

Université de Montréal

Comparaison de la dépense énergétique de repos et de
certains de ses déterminants chez des jeunes femmes
d'origines ethniques diverses

par
Ariane Dumotier
Département de Nutrition
Faculté de Médecine

11496390

Mémoire présenté à la faculté des études supérieures en vue de l'obtention
du grade Maître ès Sciences (M. Sc) en Nutrition

août, 2003.

© Ariane Dumotier, 2003.



AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire est intitulé

Comparaison de la dépense énergétique de repos et de
certains de ses déterminants chez des jeunes femmes
d'origines ethniques diverses

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes

directeur de recherche

Michèle Houde-Nadeau

membres du jury

Hélène Delisle

Marielle Ledoux

RÉSUMÉ

Il n'existe pas de consensus sur la question d'une disparité ethnique de la dépense énergétique de repos (DER). Certaines études semblent montrer une dissemblance entre les ethnies africaine, asiatique et caucasienne et l'utilisation de formules théoriques semblent mieux estimer la DER chez les sujets caucasiens que chez les sujets d'autres origines ce qui remet en question leur utilisation auprès d'une proportion croissante de patients issus d'origine ethnique autre que caucasienne.

Le but de ce projet est d'étudier la DER mesurée par calorimétrie indirecte et certains facteurs d'influence chez des femmes de différentes ethnies vivant dans un même environnement. Le présent projet vise également à vérifier la pertinence d'utiliser les mêmes équations théoriques qui estiment la DER, pour différentes ethnies, lors d'interventions nutritionnelles.

Vingt-sept jeunes femmes en santé issues de trois groupes ethniques distincts: les Africains, les Asiatiques et les Caucasiens ont été sélectionnées selon des critères bien précis. Leur DER a été mesurée par calorimétrie indirecte et leur composition corporelle par la méthode des plis cutanés et la bioimpédance tétrapolaire. Certains paramètres sanguins liés à la dépense énergétique ont été analysés. La température corporelle a été relevée et les apports et les dépenses énergétiques ont été estimés.

Les résultats n'ont pu mettre en évidence une différence entre les DER exprimées en valeur absolue ou relative au poids corporel entre les ethnies étudiées. Par contre, la composition corporelle et la DER relative à la masse maigre est différente entre les sujets asiatiques et caucasiens (masse maigre: $36,7 \pm 3,6$ c. $45,4 \pm 3,9$ kg et DER relative à la masse maigre: $31,7 \pm 2,8$ c. $27,1 \pm 3,0$ kcal/kg). La DER calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO surestiment de 9,6 à 20,8% la DER mesurée de nos sujets. Toutefois, cette surestimation est similaire chez les trois ethnies. Des paramètres explicatifs étudiés, seuls les taux de T3 (triiodothyronine) et de progestérone diffèrent significativement entre certaines ethnies, sans toutefois influencer la DER.

Chez les sujets étudiés et avec la méthodologie disponible, le présent travail ne peut supporter l'hypothèse que l'ethnie soit un facteur d'influence de la DER. Du fait de la similitude de la DER mesurée entre les ethnies, nous n'avons pas pu identifier les

facteurs responsables de la modulation de la DER parmi les paramètres étudiés. Toutefois, les présents résultats suggèrent que les équations théoriques d'estimation de la DER peuvent être appliquées en clinique indépendamment de l'origine ethnique du patient bien qu'une attention particulière devrait être apportée aux sujets de poids extrêmes lors de l'estimation de la DER par les équations de la FAO. Ces conclusions devront toutefois être confirmées par des études complémentaires qui porteraient sur un nombre supérieur de sujets.

SUMMARY

There exists no consensus over the question on an ethnical disparity in Resting Energy Expenditure (REE). Some studies seem to indicate (underline) a significant difference between African, Asian and Caucasian ethnies. They also demonstrate that the use of theoretical equations would better estimate Caucasian subjects REE than of other origins. This questions their utilization with a growing proportion of non-Caucasian patients.

This study examines REE measured by indirect calorimetry as well as a number of factors influencing energy expenditure in women of different ethnical origins but living in the same environment. It also verifies (questions) the relevance of using the same theoretical equations to estimate different ethnies REE during nutritional interventions.

Twenty-seven healthy women coming from three distinct ethnies (African, Asian and Caucasian) were selected according to very precise criteria. Their REE was measured by indirect calorimetry and their body composition by skinfold method and tetrapolar impedance. A number of blood related parameters linked to energy expenditure were analysed, body temperature was noted and energy intake and expenditure were estimated.

There was no significant difference between REEs of the studied ethnies, either in absolute value or controlled for body weight. However, body composition and REE controlled for fat-free mass is significantly different between the Asian and Caucasian subjects (fat-free mass: $36,7 \pm 3,6$ vs. $45,4 \pm 3,9$ kg and REE controlled for fat-free mass $31,7 \pm 2,8$ vs. $27,1 \pm 3,0$ kcal/kg). The Harris-Benedict and FAO equations overestimated the subjects' REE by 9,6 to 20,8% and this overestimation was similar for all three ethnies. Of all the factors influencing energy expenditure, T3 and progesterone levels were the only ones to be significantly different between the studied ethnies, although those levels did not influence the REE.

With the available methodology and selected subjects this study did not support the hypothesis according to which REE is influenced by ethnical variables. the

factors responsible for REE modulation within the studies parameters couldn't be identified here because of the similar REE between the three ethnies. However, the results suggest that the theoretical equations estimating REE can be clinically applied independently of the patient's ethnical origin, although subjects with extreme weights should be considered with extra caution when estimating their REE with the FAO equations. These conclusions should be further confirmed by complementary studies using a greater number of subjects.

Table des MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iii
SUMMARY.....	v
TABLE DES MATIÈRES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	xi
I. INTRODUCTION	1
II- REVUE DE LA LITTÉRATURE	3
1. DÉFINITION DES COMPOSANTES DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE TOTALE.....	3
1-1. <i>Dépense énergétique de repos (DER)</i>	3
1-2. <i>Activité physique</i>	4
1-3. <i>Thermogénèse</i>	4
2. MESURES DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE TOTALE ET DE SES COMPOSANTES.	6
2-1. <i>Dépense énergétique totale</i>	6
2-2. <i>Dépense énergétique de repos (DER)</i>	6
2-3. <i>Activité physique</i>	7
2-4. <i>Thermogénèse</i>	8
3. ESTIMATIONS DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE TOTALE.....	8
3-1. <i>Estimation de la DER</i>	9
3-1-1. Équations de Harris-Benedict.....	9
3-1-2. Équations de la FAO.....	11
3-2. <i>Estimations de l'activité physique et de la thermogénèse</i>	11
4. FACTEURS D'INFLUENCE DE LA DER.....	12
4-1. <i>Masse et composition corporelles</i>	12
4-1-1. Masse maigre.....	12
4-1-2. Poids corporel.....	15
4-2. <i>Température corporelle</i>	15
4-3. <i>Hormones thyroïdiennes</i>	16
4-4. <i>Hormones sexuelles</i>	17
4-5. <i>Insuline et glucose sanguin</i>	18
4-6. <i>Activité physique</i>	18
4-7. <i>Age</i>	19
4-8. <i>Usage du tabac</i>	20
4-9. <i>Environnement</i>	20
4-9-1. Climat.....	20
4-9-2. Acclimatation.....	21
4-9-3. Niveau socio-économique.....	21
4-10. <i>Facteurs génétiques</i>	22
5. INFLUENCE DE L'ETHNIE SUR LA DER.....	23
5-1. <i>DER des sujets d'origine asiatique</i>	23
5-1-1. Comparaison entre la DER des Asiatiques et des Caucasiens.....	23
5-1-2. Comparaison entre la DER des asiatiques et celle obtenue par des équations théoriques.....	26
5-2. <i>DER des sujets d'origine africaine</i>	27
5-2-1. Comparaison entre la DER de sujets d'origine africaine et celle d'origine caucasienne.....	27
5-2-1-1. Comparaison entre la DER d'Africains et de Caucasiens.....	28
5-2-1-2. Comparaison entre la DER de sujets Afro-américains et de Caucasiens.....	29
5-2-2. Comparaison entre la DER de sujets d'origine africaine et celle estimée par des équations théoriques.....	31
III. JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE.....	33

1. BUT.....	33
2. HYPOTHÈSES.....	33
3. PERTINENCE DE L'ÉTUDE.....	33
IV. MÉTHODOLOGIE.....	35
1. POPULATION À L'ÉTUDE ET ÉCHANTILLON.....	35
2. VARIABLES À L'ÉTUDE.....	36
2-1. <i>Variable indépendante</i>	36
2-2. <i>Variables dépendantes</i>	36
2-3. <i>Variables explicatives</i>	37
3. DÉROULEMENT DE LA RECHERCHE.....	37
4. MESURE DES PARAMÈTRES.....	38
4-1. <i>Méthode de mesure de la DER: La calorimétrie indirecte</i>	38
4-2. <i>Evaluation de la DET (dépense énergétique totale)</i>	40
4-3. <i>Evaluation des apports alimentaires</i>	40
4-4. <i>Mesure de la composition corporelle</i>	41
4-4-1. <i>Plis cutanés</i>	41
4-4-2. <i>Bioimpédance</i>	42
4-4-3. <i>Adaptation des mesures de composition corporelle à l'ethnie</i>	44
4-5. <i>Mesure des paramètres sanguins</i>	44
4-6. <i>Analyses statistiques</i>	45
4-7. <i>Considérations éthiques</i>	46
V. RÉSULTATS.....	47
1. CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES ET ANTHROPOMÉTRIQUES DES SUJETS.....	47
1-1. <i>Âge, données anthropométriques</i>	47
1-2. <i>Composition corporelle</i>	47
2. COMPARAISON DE LA DER MESURÉE CHEZ LES GROUPES ETHNIQUES.....	49
3. RELATION ENTRE LA DER ET LES DONNÉES ANTHROPOMÉTRIQUES.....	52
4. AUTRES PARAMÈTRES MESURÉS CHEZ LES GROUPES À L'ÉTUDE.....	52
5. COMPARAISON DE LA DER MESURÉE À LA DER ESTIMÉE PAR LES ÉQUATIONS DE HARRIS-BENEDICT ET DE LA FAO.....	55
6. HORMONES, GLYCÉMIE ET TEMPÉRATURE CORPORELLE.....	55
VI. DISCUSSION.....	61
1. CARACTÉRISTIQUES ANTHROPOMÉTRIQUES DES SUJETS DES TROIS ETHNIES.....	61
3. DER DES SUJETS DES TROIS ETHNIES.....	63
3. DER ESTIMÉES PAR LES ÉQUATIONS DE HB ET DE LA FAO CHEZ LES TROIS ETHNIES.....	65
4. RELATION ENTRE LES HORMONES ET LA DER CHEZ LES TROIS ETHNIES.....	67
4-1. <i>Hormones thyroïdiennes</i>	67
4-2. <i>Hormones sexuelles</i>	68
4-3. <i>Insuline et glucose sanguin</i>	70
5. TEMPÉRATURE CORPORELLE.....	71
VII. DISCUSSION GÉNÉRALE.....	72
VIII. CONCLUSION.....	75
IX. BIBLIOGRAPHIE.....	76
ANNEXE A. Formulaire de consentement.....	xii
ANNEXE B. Types d'activités du questionnaire d'activités.....	xvi
ANNEXE C. Instructions du journal alimentaire.....	xviii
ANNEXE D. Journal alimentaire et questionnaire d'activités.....	xxii

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Equations recommandées par Heyward et Stolarczyk (1996) pour estimer la composition corporelle selon l'ethnie, l'âge et le sexe.....	43
Tableau 2:	Âge et caractéristiques anthropométriques des sujets, présentés par ethnies.....	48
Tableau 3:	Composition corporelle (pourcentage de gras, masse grasse et masse maigre) des sujets présentée par ethnies.....	50
Tableau 4:	DER absolue (kcal), DER relative au poids (kcal/kg), DER relative à la masse maigre (kcal/kg) des sujets présentées par ethnies.....	51
Tableau 5:	Corrélation entre la DER absolue et les variables anthropométriques.....	53
Tableau 6:	Facteur d'activité, dépense énergétique totale (kcal), apport énergétique (kcal) et écart entre la dépense énergétique totale et l'apport énergétique (sous forme de pourcentage) présentés par ethnies	54
Tableau 7:	DER des sujets estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO présentée par ethnies.....	56
Tableau 8:	Différences entre la DER mesurée et celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO présentées par ethnies.....	57
Tableau 9:	Taux d'hormones thyroïdiennes, d'hormones sexuelles, d'insuline et de glucose sanguin et température corporelle des sujets présentés par ethnies.....	59
Tableau 10:	Corrélations entre la DER absolue et les variables sanguines et la température corporelle	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Composantes de la dépense énergétique chez l'homme.....	5
Figure 2: DER estimée par l'équation de Harris-Benedict chez des hommes et des femmes exprimée en pourcentage de la DER mesurée, selon l'âge des sujets.....	10
Figure 3: Principales composantes de la dépense énergétique selon l'approche théorique ou simplifiée.....	13
Figure 4: Classification des activités physiques selon le facteur d'activité (exprimé comme un multiple de la DER).....	14
Figure 5: Droites des moindres-carrés de la DEB (mJ/jour) relativement au poids corporel pour les hommes (figure de gauche) et les femmes (figure de droite) d'origine indienne, chinoise, nord-européenne et américaine et italienne, âgés de 18 à 30 ans.....	24

LISTE DES ABRÉVIATIONS

°C	degrés Celsius
CO ₂	gaz carbonique
DEB	dépense énergétique de base
DER	dépense énergétique de repos
DES	dépense énergétique de sommeil
DET	dépense énergétique totale
g	gramme
IMC	indice de masse corporelle
kcal	kilocalories
kg	kilogrammes
l	litre
O ₂	oxygène
NAP	niveau d'activité physique
T3	triiodothyronine
T4	thyroxine
TSH	thyroid-stimulating hormone

I. Introduction

La dépense énergétique totale comprend trois principales composantes: la dépense énergétique de repos (DER), la dépense énergétique reliée à l'activité physique et la thermogénèse. La DER est définie comme la quantité minimum d'énergie compatible avec la vie (Shetty et al., 1996). C'est la principale composante de la dépense énergétique totale et celle qui est la plus constante dans le temps. Elle constitue donc un paramètre souhaitable pour comparer la dépense énergétique de divers groupes de population.

Montréal est une ville multi-ethnique. En clinique ou en santé publique, les professionnels de la santé doivent intervenir auprès de patients issus de différentes ethnies. Certains auteurs ont suggéré une différence de DER entre les ethnies. Schofield en 1985, remarque à partir d'une base de données de plus de 7000 sujets issus de diverses ethnies, provenant de plus de 100 études publiées sur la DER, que la DER des sujets indiens est significativement inférieure à celle des autres ethnies. Depuis la publication de cette méta-analyse, plusieurs études ont rapporté une différence de DER entre diverses ethnies. Certains auteurs attribuent cette différence à des facteurs génétiques propres aux ethnies, d'autres concluent plutôt qu'elle serait due à des différences environnementales affectant les sujets des diverses ethnies. Ainsi, des différences tels l'IMC, la composition corporelle, l'activité physique, le climat, le statut socio-économique seraient des facteurs susceptibles d'influencer la DER qui n'auraient pas été pris en considération dans plusieurs études comparatives. Les professionnels de santé montréalais devraient-ils distinguer les sujets selon l'ethnie ou traiter les sujets indépendamment de leurs origines lorsqu'ils évaluent les besoins en énergie et en nutriments reliés au métabolisme énergétique de leurs patients ?

Outre les facteurs d'influence de la DER mentionnés ci-dessus, certaines hormones dont les hormones thyroïdiennes, les hormones sexuelles, l'insuline et le glucose auraient une influence sur la DER. Ces facteurs pourraient-ils expliquer une part des variations de la DER mesurée entre les ethnies?

La mesure de la DER étant longue et coûteuse, les professionnels de la santé estiment généralement la DER de leurs patients à partir d'équations. Deux séries

d'équations estimant la DER sont couramment utilisées dans les milieux nord-américains: les équations de Harris-Benedict (Harris et Benedict, 1919) utilisées en milieu hospitalier et celles de la FAO (1985) utilisées en santé publique. Puisque la littérature suggère une disparité de DER entre les ethnies, ces équations sont-elles applicables à toutes les ethnies?

Le but de cette étude est d'étudier la disparité de la dépense énergétique de repos (DER), mesurée par calorimétrie indirecte et certains facteurs d'influence chez des femmes de différentes ethnies vivant dans un même environnement. La présente étude vise également à vérifier s'il est adéquat d'utiliser les mêmes équations théoriques (équations de Harris-Benedict et de la FAO), pour estimer la DER de ces groupes.

II- Revue de la littérature

1. Définition des composantes de la dépense énergétique totale.

En 1985, un comité consultatif chargé de définir les besoins de la population mondiale en énergie a constaté que les besoins énergétiques étaient estimés plus exactement par l'évaluation de la dépense énergétique que par celle des apports énergétiques (FAO/WHO/UNO,1985). Depuis la publication de ce rapport, plusieurs études ont convergé dans ce sens et ont tenté de définir la dépense énergétique et de l'estimer.

La dépense énergétique peut se diviser en trois composantes principales (figure 1). La première composante en importance est la dépense énergétique de repos (DER). La deuxième composante est l'activité physique et la troisième, la thermogenèse qui peut être subdivisée en deux éléments: la thermogenèse facultative et la thermogenèse induite par les aliments.

1-1. Dépense énergétique de repos (DER)

La dépense énergétique de base (DEB) ou dépense énergétique de repos (DER) constitue environ les deux tiers de la dépense énergétique totale. La principale différence entre ces deux mesures provient des conditions de mesure. Ainsi, la DEB est mesurée au réveil avant toute consommation alimentaire ou activité physique tandis que la DER peut être mesurée à tout moment et reflète l'impact des activités quotidiennes. Cette dépense est définie comme la quantité minimum d'énergie compatible avec la vie (Shetty et al.,1996), ce qui correspond à la dépense énergétique nécessaire au maintien des diverses fonctions essentielles du corps humain (catabolisme, gradient ionique, activation du système nerveux central,...) ainsi qu'à l'homéostasie (Napoli et Horton,1996).

La DER est la composante la plus constante de la dépense énergétique totale dans le temps. Selon plusieurs études répertoriées par Shetty et al. (1996), les variations intra-

individuelles de la DER chez un même individu entre différents jours, semaines, mois ou années étaient inférieures à 5%.

1-2. Activité physique

Des trois composantes de la dépense énergétique totale, l'activité physique est la plus variable. Cette énergie est utilisée à exécuter des mouvements physiques volontaires (Napoli et Horton, 1996). Elle dépend directement de la durée et de l'intensité de l'activité pour une période donnée (Schwartz et Brunzell, 1989). Pour des hommes moyennement actifs, elle représente de 20 à 40% de la dépense énergétique totale (McNeil, 2000).

L'activité physique spontanée ou « fidgeting », caractérisée par des agitations ou tics nerveux, peut constituer une partie importante de la la dépense énergétique reliée à l'activité physique car elle peut augmenter celle-ci de 100 à 800 kcal par jour (Napoli et Horton, 1996).

1-3. Thermogénèse

La thermogénèse, troisième composante de la dépense énergétique totale représente environ 15% de la dépense énergétique totale (Napoli et Horton, 1996). Elle se compose de deux éléments distincts: la thermogénèse induite par les aliments et la thermogénèse facultative.

La thermogénèse induite par les aliments, autrefois appelée action dynamique spécifique des aliments, est l'énergie dépensée pour l'accomplissement des tâches digestives (absorption, digestion, transport), métaboliques et de stockage des nutriments. Cette dépense énergétique dépend entre autres de la composition de la diète et de la quantité d'énergie consommée et perdurera au moins six heures après l'ingestion du repas (Schwartz et Brunzell, 1989).

La thermogénèse facultative représente l'augmentation de la dépense énergétique généralement provoquée par une fluctuation de la température ambiante ou un stress émotionnel. La prise alimentaire peut également induire cette thermogénèse (Napoli et Horton, 1996). Difficile à démontrer chez l'homme, on la compare à la thermogénèse

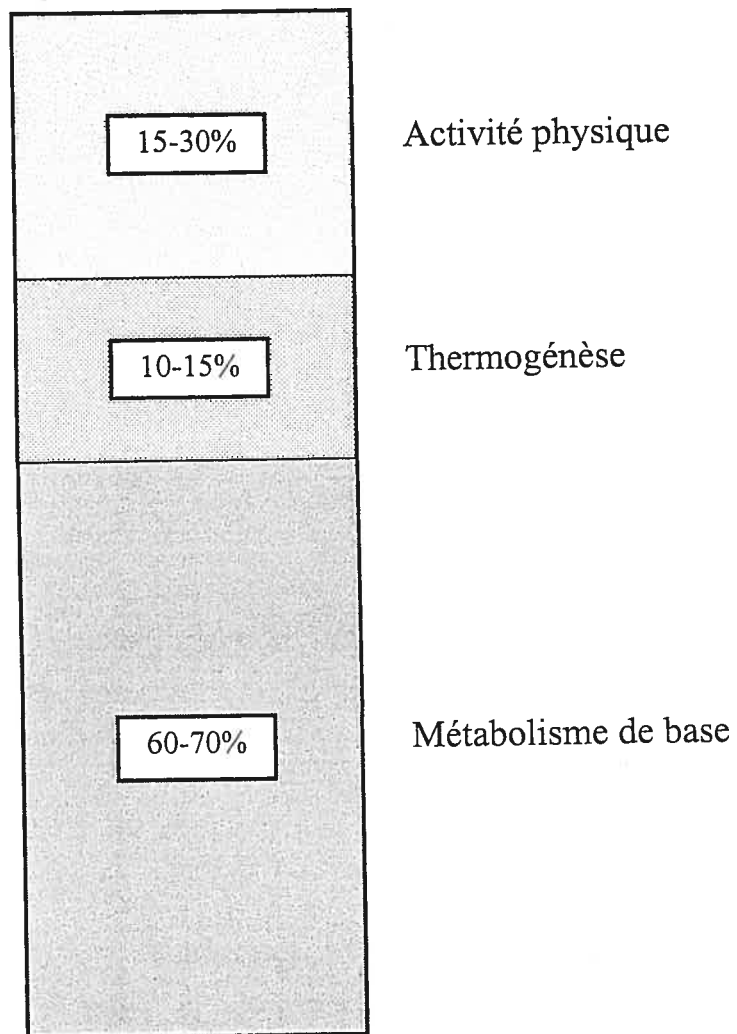


Figure 1: Composantes de la dépense énergétique chez l'homme (Bustin et al.1997).

sans frisson (involuntary muscular shivering) chez les rongeurs où lors de l'exposition à une température froide, les rongeurs produisent de la chaleur par l'intermédiaire du tissu adipeux brun.

2- Mesures de la dépense énergétique totale et de ses composantes.

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la dépense énergétique totale et ses composantes. Par exemple, les mesures peuvent être obtenues directement par la calorimétrie directe ou indirectement par la méthode des échanges respiratoires ou par la mesure de l'élimination de l'eau doublement marquée.

2-1. Dépense énergétique totale.

La méthode de l'eau doublement marquée est une méthode couramment utilisée pour mesurer la dépense énergétique totale (Goran, 2000). Cette méthode onéreuse, qui nécessite que les mesures s'étendent sur une longue période (une à deux semaines) est exacte, précise et non-invasive; de plus elle n'entrave pas le style de vie des sujets.

Le sujet doit ingérer une quantité déterminée d'eau contenant du deutérium et de l'oxygène-18 ($^2\text{H}_2\text{O}$ et H_2^{18}O). La vitesse d'élimination de ces isotopes stables permet de calculer la production de CO_2 . En tenant compte de cette production et du quotient respiratoire (QR) estimé par la composition de la diète, il est alors possible d'extrapoler la dépense énergétique d'un sujet (Goran, 2000).

2-2. Dépense énergétique de repos (DER).

La calorimétrie directe est la mesure directe de la chaleur dégagée par un individu dans un environnement thermiquement isolé. L'individu se retrouve confiné dans une pièce isolée pour une période d'au moins 24h où la chaleur conductive, convective et radiante est mesurée (Bustin et al., 1997). Cette méthode est à la fois longue et coûteuse; c'est pourquoi la calorimétrie par échanges respiratoires ou calorimétrie indirecte est plus souvent utilisée.

La calorimétrie indirecte mesure indirectement la chaleur produite par les oxydations de différentes substances organiques dans l'organisme. Pour ce faire, le calorimètre mesure la consommation d' O_2 et la production de CO_2 lors de ces oxydations. Il faut rappeler que les composés organiques s'oxydent en présence

d'oxygène pour former de l'eau et du CO₂ et libérer de la chaleur (McNeil, 2000). Pour estimer la dépense énergétique chez l'homme, certaines formules telles que celle développée par Weir (McNeil, 2000) sont utilisées:

$$EE \text{ (kJ)} = 16,489 \text{ VO}_2 \text{ (l)} + 4,628 \text{ VCO}_2 \text{ (l)} - 9,079 \text{ N (g)}$$

où EE représente la dépense énergétique estimée en kilojoules

VO₂ le volume d'O₂ consommée en litre

VCO₂ le volume de CO₂ produit en litre

et N la masse d'azote urinaire en gramme

La dépense énergétique de base (DEB) est mesurée dans des conditions d'immobilité, de confort thermique (température ambiante de 25°C), à jeun (12 heures après le dernier repas) et sans aucune stimulation. La mesure est exécutée au réveil du sujet. Pour des raisons pratiques, on mesure la DER plutôt que la DEB. Elle se mesure dans les mêmes conditions que la DEB (immobilité, confort thermique, à jeun, aucune stimulation) mais elle peut être obtenue à tout moment de la journée. Bien que souvent considérées comme similaires dans les publications scientifiques, la DER semble être légèrement supérieure (3%) à la DEB (Schwartz et Brunzell, 1989; Goran, 2000).

2-3. Activité physique.

La dépense énergétique occasionnée par une activité physique particulière dans un temps donné peut être déterminée en laboratoire par la méthode de calorimétrie indirecte (Goran, 2000). Les valeurs obtenues, recensées par la FAO (1985), sont exprimées sous forme d'un multiple de la DER. Elles représentent la dépense énergétique totale lors de l'activité et non le coût énergétique de l'activité.

Depuis la parution du rapport de la FAO, la méthode de l'eau doublement marquée a permis de mesurer la dépense énergétique totale d'un sujet. Aujourd'hui, en combinant cette méthode et la méthode de calorimétrie indirecte, il est possible de déduire la dépense énergétique relative à l'activité physique au cours d'une période de temps déterminée :

Dépense énergétique relative à l'activité physique = dépense énergétique totale - DER - thermogénèse induite par les aliments (estimée à 10% de la dépense énergétique totale) (Goran, 2000).

2-4. Thermogénèse.

La thermogénèse induite par les aliments est mesurée par les changements de dépense énergétique enregistrés par le calorimètre (calorimétrie indirecte). Un repas de composition énergétique connue est consommé par le sujet et les mesures sont prises pendant les 3 à 4 heures post-prandiales (Goran, 2000). La mesure peut être soit continue soit intermittente (trente minutes par heure) (Piers et al., 1992) et la thermogénèse correspond à la différence entre la dépense énergétique post-prandiale et la DER (Piers et al., 1992).

Les mesures de la DER sont aujourd'hui utilisées en milieu hospitalier ou en recherche. En clinique, pour connaître la DER d'un patient sans pathologie particulière, on préférera estimer plutôt que mesurer cette dépense, ce qui permet une économie de temps et d'argent. Il est rare, par contre, de mesurer l'activité physique et la thermogénèse à l'extérieur des milieux de recherche car ces dépenses énergétiques sont très variables et se mesurent plus difficilement avec fiabilité que la DER. On préférera les estimer.

3. Estimations de la dépense énergétique totale.

La DER est la composante la plus constante de la dépense énergétique totale dans le temps. C'est pourquoi elle est généralement utilisée comme résultat de base pour calculer la dépense totale. Pour estimer la dépense énergétique totale, il faut multiplier la DER par un niveau d'activité physique (NAP) reflétant l'activité et la thermogénèse. Ce facteur est connu sous le nom de PAL (physical activity level) dans la littérature anglaise.

3-1. Estimation de la DER.

Deux séries d'équations sont couramment utilisées en Amérique du Nord pour estimer la DER: les équations de Harris-Benedict et celles de la FAO.

3-1-1. Équations de Harris-Benedict.

Les équations de Harris-Benedict (Harris et Benedict, 1919) se basent sur les données obtenues chez 136 hommes et 103 femmes américains en bonne santé âgés de

15 à 73 ans (Elia, 1992a). Publiées en 1919, elles tiennent compte du sexe, de l'âge, du poids et la taille.

Dans les années 50, différentes études ont montré que les équations de Harris-Benedict estimaient la DER avec un écart de 5% (répertoriées par Daly et al., 1985). Déjà en 1925 et 1928, selon Elia (1992a), Benedict lui-même émettait des réserves face à ses équations, plus particulièrement lorsqu'elles s'appliquaient aux jeunes femmes et mentionnait une sur-estimation générale de 5 %.

Depuis, de nouvelles études remettent en question la validité de ces formules, indiquant une surestimation de 5 à 15% (Daly et al., 1985; Elia, 1992a; Garrel et al., 1996; Mifflin et al., 1990 et Owen et al., 1986). Selon Garrel et al. (1996), la surestimation que génèrent ces équations n'est pas homogène: elle est plus importante chez les sujets ayant une DER plus petite comparée aux sujets ayant une DER plus grande, particulièrement chez les femmes. Cette hypothèse va de pair avec la constatation de Owen et al., qui remarquaient une surestimation surtout chez les jeunes femmes (Owen et al., 1986). Par contre ces formules sous-estiment la DER des hommes âgés (*voir figure 2.*) Certains auteurs (Daly et al., 1985; Mifflin et al., 1990) notent que certaines caractéristiques de la population ont changé depuis la publication des équations de Harris-Benedict, particulièrement en ce qui touche la composition corporelle ainsi que le niveau d'activité physique des sujets. Les estimations faites par ces équations pourraient ne plus correspondre à la dépense énergétique de repos de la population nord-américaine.

Les sujets qui composent la base de données à partir de laquelle Harris et Benedict ont formulé leurs équations, étaient tous d'origine américaine. L'utilisation de ces équations pour estimer la DER de sujets d'une autre origine ethnique pourrait également ne pas être adéquate.

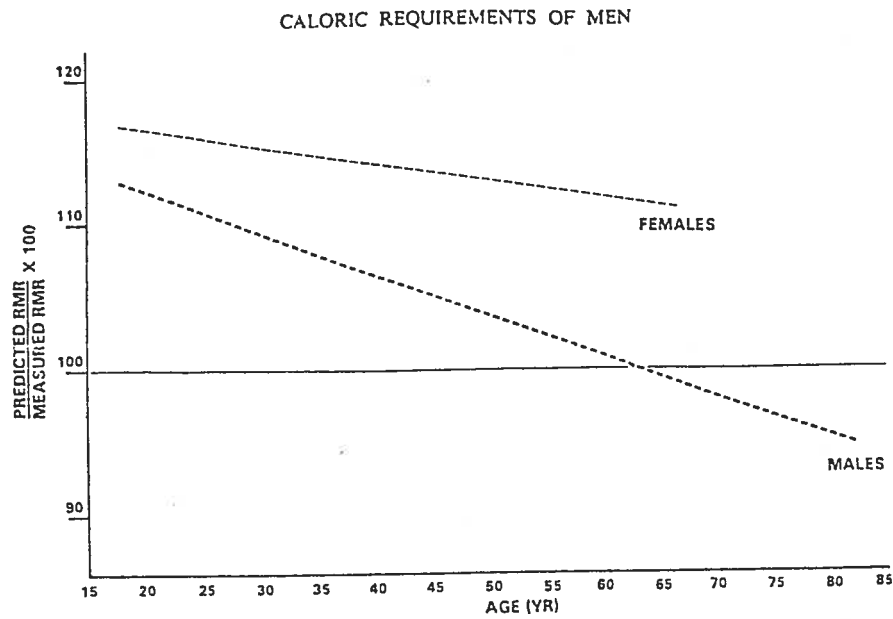


Figure 2: DER estimée par l'équation de Harris-Benedict calculée chez des hommes et des femmes exprimée en pourcentage de la DER mesurée selon l'âge des sujets (Owen et al., 1987).

3.1.2. Équations de la FAO.

Les équations de Schofield, publiées dans le rapport de la FAO en 1985, se basent sur des données obtenues chez 7173 sujets de diverses ethnies provenant de 114 études publiées sur la DER. Les équations tiennent compte du poids et varient selon l'âge et le sexe des sujets.

Shetty et al. (1996) suggèrent une réanalyse des équations de la FAO pour plusieurs raisons. Certains groupes d'âge (enfants et personnes âgées de plus de 60 ans) sont sous-représentés. Depuis l'analyse des données, de nouvelles études ont mesurées la DER de nombreux sujets. De plus, certaines données répertoriées par Henry et Rees (1988), existantes au moment de l'analyse initiale des données et répondant aux critères de sélection, sont absentes de la base de données. Toutes ces données pourraient être incluses dans la base de données pour augmenter le nombre de sujets dans les catégories sous-représentées. Deuxièmement, plus de 50% des données répertoriées dans le groupe des hommes de 10 à 60 ans étaient des militaires italiens, des hommes jeunes et physiquement plus actifs que le reste de la population. Schofield (1985) remarque un manque de concordance lorsque les données portant sur ces sujets (militaires italiens) sont isolées puis comparées à la dérivée de l'équation de prédiction pour l'ensemble de l'échantillon. Selon Hayter et Henry (1993), ce groupe présente une DER exprimée par kg supérieure aux autres groupes de Caucasiens et, de plus, n'est pas représentatif de la population italienne. Ce groupe important de militaires pourrait biaiser les équations de Schofield et créer une surestimation des besoins énergétiques.

3-2. Estimations de l'activité physique et de la thermogénèse.

Une fois la DER mesurée ou estimée, il faut y additionner la dépense énergétique relative à l'activité physique et à la thermogénèse pour obtenir la dépense énergétique totale.

Pour faciliter les calculs, le rapport de la FAO (1985) divise la dépense énergétique totale en deux composantes soit la DER et l'activité, cette dernière incluant l'activité physique ainsi que la thermogénèse. L'activité, appelée NAP (niveau d'activité physique) ou PAL (physical activity level) dans la littérature anglaise, est alors représentée comme un multiple de la DER. On obtient l'équation suivante:

énergie totale = NAP * DER. (voir figure 3)

Des coefficients représentant des travaux très légers, légers, modérés ou intenses ont été déterminés en tenant compte de la dépense énergétique engendrée par diverses activités recensées dans la littérature. Ces coefficients sont répertoriés dans le manuel de l'OPDQ (Chagnon-Descelles et al., 1997) (voir figure 4). Selon la FAO (1985), un NAP, à long terme, se situe entre 1,2 et 2,5. Pour un style de vie sédentaire, le NAP se situe entre 1,55 et 1,65.

4. Facteurs d'influence de la DER.

La DER est influencée par de nombreux facteurs intrinsèques (composition corporelle, taux de diverses hormones, température corporelle, âge et génétique) ou extrinsèques (activité physique, environnement, usage du tabac).

4-1. Masse et composition corporelles.

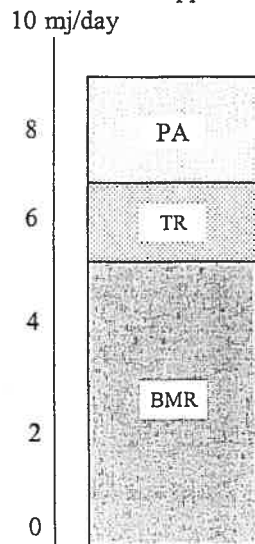
La masse et la composition corporelles sont des facteurs d'influence de la DER. Parmi les composantes de la masse corporelle, la masse maigre en est une de première importance.

4-1-1. Masse maigre.

La masse maigre est la masse du corps moins la masse grasse; elle comprend principalement les organes et les muscles. Cette masse compte pour environ 40% de la masse totale d'un adulte. Étant métaboliquement plus active que la masse grasse, elle utilise une plus grande quantité d'énergie par unité de poids, soit environ 10 à 15 kcal/kg/j (Elia, 1992b).

Environ 60% de la DER sont utilisés par les organes, qui ne représentent que 5 à 6% de la masse corporelle. Pour chaque kilo d'organes, la dépense est 15 à 40 fois supérieure à celle d'un muscle au repos (Elia, 1992b). Par conséquent, une légère différence de masse d'organes pourrait avoir un impact important sur la dépense énergétique (jusqu'à 5% de la dépense totale selon Garby et Lammert (1994)).

Traditional physiological approach

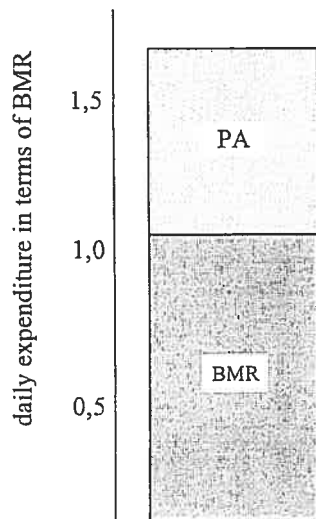


Physical Activity (PA): this depends on both the occupation and the type and extent of other socially related activities.

The Thermic Response to food ingestion (TR): i.e. the use of energy in digesting, absorbing, storing and disposing of ingested nutrients.

Basal Metabolic Rate (BMR): i.e. the rate of energy expenditure under standardized conditions of immobility in the fasting state with an environmental temperature of 26-30°C to ensure no activation of heat generating processes.

Simplified approach of 1985 report



Physical activities: costs considered to:
 (1) include thermic responses to food
 (2) be expressed as a multiple of the basal metabolic rate.

Basal Metabolic Rate

Figure 3: Les principales composantes de la dépense énergétique selon l'approche théorique ou simplifiée (James et Schofield, 1989).

Catégories d'activités	Facteur d'activité (x DER)
Repos	1,0
Activités très légères Activités en position assise ou debout sans marcher: conduite d'une véhicule, cuisine, couture, repassage, travaux de bureau, de peinture ou laboratoire, jeu de cartes, activité musicale	1,5
Activités légères Déplacements dans une pièce, travaux ménagers, travaux électriques ou de menuiserie, soins des enfants, réparation d'un véhicule, golf, voile, tennis de table	2,5
Activités modérées Marche d'un bon pas, pelletage, sarclage, transport de charge, bicyclette, ski, tennis, danse	5,0
Activités intenses Marche en montée avec une charge, abattage à la hache, creusement de trous à la main, basket-ball, escalade, football, soccer	7,0

Figure 4: Classification des activités physiques selon le facteur d'activité (exprimé comme un multiple de la DER) (Chagnon-Descelles et al., 1997).

Selon les données rapportées par Cunningham (1991) lors d'une revue de littérature et par Goran (2000), la masse maigre explique de 60 à 85% de la variance de la DER. Par contre, selon Weinsier et al. (1992), la relation entre la DER et la masse maigre n'est pas linéaire, la DER augmenterait plus lentement avec une augmentation graduelle de masse maigre.

4-1-2. Poids corporel.

Le poids ou masse corporels comprend la masse maigre et la masse grasse. Il est fortement corrélé à la DER (r entre 0,73 et 0,74) (Mifflin et al., 1990; Owen et al., 1986 et Ravussin et al., 1982) mais moins que la masse maigre (r entre 0,77 et 0,90) (Cunningham, 1980; Mifflin et al., 1990; Owen et al., 1986; Ravussin et al., 1982 et Ravussin et Bogardus, 1989). Plusieurs auteurs mentionnent une DER par kilo de poids corporel plus importante chez les hommes que chez les femmes (Elia, 1992), chez les jeunes adultes que chez les personnes âgées et chez les personnes minces que chez les obèses (Ravussin et al., 1982). Ils observent par ailleurs que la masse maigre explique presque entièrement cette variance de DER. La masse maigre pourrait donc mieux prédire la DER que le poids corporel.

Le poids corporel est néanmoins un bon prédicteur de la DER. Il est mesuré plus facilement et précisément que la masse maigre, ce qui en fait une bonne variable de terrain pour estimer la DER. C'est pourquoi on le retrouve comme variable dans de nombreuses équations dont celles de Harris-Benedict et de la FAO.

4-2. Température corporelle.

Il existe une différence de température corporelle interindividuelle ne pouvant être attribuée à une erreur de méthodologie ou à une variation intra-individuelle (Rising et al., 1992). Une variance interindividuelle de $0,22\text{ }^{\circ}\text{C}^2$ a été mesurée chez 23 sujets masculins alors que l'écart-type intraindividuel et l'écart-type dû à une erreur méthodologique était inférieure à $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,0001$).

La température corporelle n'est pas clairement un facteur d'influence ni une conséquence de la DER mais il semble ces deux paramètres soient interreliées. Selon Rising et al. (1992), la température corporelle serait corrélée à la DES (dépense

énergétique de sommeil) ($r = 0,80$; $P < 0,001$) et à la dépense énergétique de 24h ($r = 0,48$; $P < 0,02$) ajustée au poids, à la composition corporelle ainsi qu'à l'âge.

4-3. Hormones thyroïdiennes.

Les hormones thyroïdiennes ont deux principales fonctions, soit la croissance et le développement et la régulation du métabolisme énergétique. Elles agissent sur la croissance en stimulant la croissance linéaire ainsi que la maturation des tissus. Ces hormones régulent le métabolisme énergétique de trois façons: en régulant la respiration cellulaire par le contrôle de la consommation d'oxygène, en affectant le temps des réactions du métabolisme intermédiaire des protéines, lipides et glucides ou encore en agissant sur d'autres glandes endocrines pour influencer indirectement le métabolisme (Freake et Oppenheimer, 1995).

Le principal produit sécrété par la glande thyroïde est la T4 (thyroxine). Pour être active cette hormone doit être déiodée en T3 (3,5,3-triiodothyronine). D'autres métabolites tels la rT3 (reverse T3) et la 3,3 T2 (3,3- diiodothyronine) peuvent être produits à partir de la T4 mais ils sont inactifs.

Un très faible pourcentage des T3 et T4 présents dans le sang sont sous forme libre (FT3 et FT4). La majorité de ces hormones se lient à des transporteurs qui sont principalement la TBG (T4 binding globulin), l'albumine et la TBPA (T4-binding prealbumin). La concentration d'hormones thyroïdiennes est souvent indiquée en TT4 et TT3 (total T4 et total T3), ce qui représente les hormones libres et celles liées à un transporteur.

La TSH (thyroid- stimulating hormone) est un régulateur de la glande thyroïde. Plus il y a de TSH, plus la glande thyroïde sera stimulée et produira d'hormones. Par ailleurs, la production de TSH (synthèse et sécrétion) est régulée par une rétroaction négative: la TSH stimule la production de T4 qui sera déiodée pour devenir de la T3. La T3 diminuera alors la production de TSH (Freake et Oppenheimer, 1995).

Il est connu depuis des années que les hormones thyroïdiennes jouent un rôle dans la régulation de la DER. La thyroïdectomie diminue la DER et l'administration d'hormones thyroïdiennes augmente la DER de 10 à 50% (Janski, 1995). Une diminution de 30% de la consommation basale d'oxygène par un patient hypothyroïdien et une augmentation de 50% de consommation d'oxygène par un patient hyperthyroïdien

(Freake et Oppenheimer, 1995) traduisent bien la relation positive entre les hormones thyroïdiennes et la DER.

Plus spécifiquement, c'est la T3 (sous forme totale et « free T3 index »), composé actif, qui semble influencer la DER autant chez des sujets hyperthyroïdiens et hypothyroïdiens (Johansen et al., 1978) que chez des sujets euthyroïdiens (Astrup et al., 1992; Stenlof et al., 1993 et Svendsen et al., 1993). Selon Svendsen et al. (1993), la T3 expliquerait 2 à 5% de la variation de la DER chez des sujets sains.

4-4. Hormones sexuelles.

La progestérone et les oestrogènes sont des hormones stéroïdiennes produites dans les ovaires. Les oestrogènes sont produits par les follicules durant la phase folliculaire et les oestrogènes et la progestérone par le corps jaune durant la phase lutéale ou par le placenta chez les femmes enceintes (A-adsani et al., 1997).

La DER semble varier selon les phases du cycle menstruel. Bien que quelques études ne montrent aucun changement de la DER au cours du cycle menstruel (Li et al., 1999; Piers et al., 1995 et Westrate, 1993), une augmentation de la DER et de la DES d'environ 10% a été constatée entre la phase lutéale et folliculaire (Bisdee et al., 1989; Meijer et al, 1992; Solomon et al., 1982 et Webb, 1986). La progestérone stimulant la production de chaleur (Solomon et al., 1982), ce serait l'augmentation de la concentration sérique de progestérone durant la phase lutéale qui expliquerait l'augmentation de la DER décelée par plusieurs chercheurs (Solomon et al., 1982).

Les hormones sexuelles influencent la température corporelle, indice de la DER. Une haute concentration d'oestrogènes associée à une basse concentration de progestérone (fin de la phase folliculaire) diminue la température de 0,3° C comparé au début de la phase folliculaire où les concentrations des deux hormones sont faibles et de 0,7° C comparé à la phase lutéale où les concentrations oestrogènes sont faibles et la concentration de progestérone est élevée (Kolka et Stephenson, 2000).

Il n'est pas clair si les oestrogènes augmentent les concentrations de T4 ou T3. Par contre, les oestrogènes augmentent la concentration sérique de TBG (T4-binding globulin), transporteur de T4 et T3, en diminuant sa clairance hépatique. Ce phénomène

est surtout perceptible chez les femmes enceintes ou sous contraceptifs où le taux oestrogènes est très élevé (Fisher, 1996).

4-5. Insuline et glucose sanguin.

L'insuline peut être perçue comme une hormone thermogénique car elle contrôle le métabolisme des différents macronutriments dans l'organisme: oxydation et stockage du glucose, réduction de la lipolyse et augmentation de la lipogénèse et synthèse de protéines entre autres (Danfort, 1983).

Selon Bernstein et al. (1983) et Astrup et al.(1992), l'insuline est positivement corrélée à la DER chez les femmes obèses ($r=0,254$; $p<0,01$) et à la DES (dépense énergétique de sommeil) chez des femmes préménopausées ($r=0,55$; $p<0,0001$). Cette hormone augmente la consommation cellulaire d'oxygène, ce qui se traduit par une augmentation de la dépense énergétique.

Chez les sujets diabétiques de type II et les non-diabétiques, la production de glucose hépatique est corrélée à la DER et au taux de glucose à jeun (Fontvieille et al., 1992 et Franssila-Kallunki et Groop, 1992). Franssila-Kallunki et Groop (1992) suggèrent qu'une production importante de glucose hépatique déterminée par un haut taux de glucose à jeun entraîne une augmentation de la DER. C'est pourquoi les diabétiques de type II non traités ont une DER plus élevée que les sujets témoins (Fontvieille et al., 1992 et Franssila-Kallunki et Groop, 1992). D'ailleurs la réduction du taux de glucose de 40% chez les sujets diabétiques ramène leur DER à des valeurs proches de celles des sujets témoins (Franssila-Kallunki et Groop., 1992).

4-6. Activité physique.

De façon générale, l'activité physique régulière, quelle qu'en soit l'intensité, augmente la DER absolue et par kilo de poids car elle augmente la masse maigre, métaboliquement très active.

Il ne semble pas y avoir de consensus sur l'influence à long terme de l'activité physique sur la DER exprimée relativement à la masse maigre. Les études comparant des athlètes à des sujets sédentaires (Schulz et al., 1991 et Sjodin et al., 1995) aussi bien que celles comparant des sujets (non-athlètes) catégorisés selon leur capacité aérobie (VO_{2max}) (Broeder et al., 1992; Burke et al., 1993; Smith et al., 1997), ont généré des

conclusions divergentes. De plus, deux études comparant la DER par kilo de masse maigre de sujets avant et après un programme d'entraînement ne montrent aucune différence significative (Dolezal et Potteiger, 1998 et Wilmore et al., 1998).

Par contre, à court terme, il est admis que la DER absolue ou par kilos de masse maigre est augmentée durant les 24 à 48 heures après un exercice (Bullough et al., 1995).

4-7. Age.

« Le vieillissement biologique est caractérisé par une réduction des activités physiologiques et une diminution de la capacité à répondre aux changements environnementaux » (Henry, 2000). Une diminution de la DER entre les adultes jeunes et âgées a été démontrée dans de nombreuses études. La principale raison était une diminution de la masse maigre, masse métaboliquement active, avec l'âge.

Déjà Keys et al. en 1973 avaient suivi deux groupes d'hommes pendant dix-neuf à vingt-deux années. Le premier groupe comprenait des sujets initialement âgés de 18 à 26 ans. Les chercheurs remarquent une diminution de la DER absolue de 3% sur une période de dix-neuf ans mais une augmentation moyenne du poids de 10,6kg; la diminution de la DER par kilo de poids est alors de 9%. Le deuxième groupe, comprenant des sujets âgés de 44 à 56 ans, a été suivi durant vingt-deux ans. Keys et al. ne notent aucune différence significative de la DER et une augmentation moyenne du poids de un kilo dans ce deuxième groupe. Lorsque Keys et al. comparent la DER des deux groupes au début de l'étude, ils notent une différence de 3,5 à 4% par décade. Par contre, lorsqu'ils comparent la DER des mêmes sujets au début et après dix-neuf années, ils en concluent que la DER diminue seulement de 1 à 2% par décennie entre 20 et 75 ans.

Selon Henry (2000), cette légère baisse de DER serait attribuable notamment à une altération de la masse musculaire et du poids des organes.

4-8. Usage du tabac.

Selon les études répertoriées par Perkins (1992), il ne semble pas y avoir d'évidence d'un effet chronique de l'usage du tabac sur la DER. Par contre, une augmentation significative de la DER peut être observée sur une période de moins de 30

minutes après l'usage du tabac. Cette augmentation serait inférieure à 10% (Perkins, 1992).

4-9. Environnement.

L'environnement est un ensemble de conditions naturelles et culturelles susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines. La principale condition naturelle susceptible d'influencer la DER est le climat. L'influence du climat pourrait toutefois varier selon le degré d'adaptation des sujets. De plus, une condition culturelle tels le niveau socio-économique pourrait introduire un élément de confusion de la mesure de la DER chez des personnes vivant dans un environnement différent.

4-9-1. Climat

Plusieurs études proposent le climat comme facteur d'influence de la DER (Kashiwazaki, 1990; Hayter et Henry, 1994; Piers et Shetty, 1993 et Soares et Shetty, 1988).

Quelques chercheurs japonais ont étudié l'impact à long terme des fluctuations climatiques sur la DER. Kashiwazaki (1990) a répertorié ces études et distingue les principales sources de variations climatiques, soit les températures intérieure (d'un logement) et extérieure (température saisonnière). Bien que le climat influence la DER des sujets exposés de longues heures aux fluctuations de la température extérieure, l'impact du climat est certainement amoindri dans notre style de vie où les périodes d'exposition aux températures extérieures sont minimales et la température intérieure est généralement à thermoneutralité.

4-9-2. Acclimatation.

Deux études longitudinales ont été réalisées pour déterminer la durée de la période d'acclimatation d'un sujet provenant des tropiques dans un pays de région tempérée. Hayter et Henry (1994) ne décèlent aucune modification significative de la DER exprimée par kg de poids chez trente hommes âgés de 18 à 30 ans provenant de divers pays d'Asie et d'Afrique. La première mesure était prise entre le quatrième et le trentre-sixième jour après leur arrivée au Royaume-Uni et la dernière mesure était prise trois mois ou un an après leur arrivée. Reeves et Henry (2000) ont étudié des étudiants

malaisiens (53 femmes et 56 hommes) arrivés récemment au Royaume-Uni. Chez les femmes, aucune différence significative n'a été observée entre les trois mesures de DER, exprimée en valeur absolue, prises une semaine, trois mois et six mois après l'arrivée. Chez les hommes, par contre une diminution significative de la DER absolue (6309,9 kJ et 5703,6 kJ) a été mesurée après six mois. Cette différence est difficilement explicable car aucun changement anthropométrique n'a été observé (poids corporel et pourcentage de gras).

4-9-3. Niveau socio-économique.

Rares sont les études qui mentionnent le niveau socio-économique de leurs sujets. Pourtant, l'étude de Soares et Shetty (1988) montre que chez deux groupes d'Indiens de même IMC (un groupe de niveau socio-économique faible et un groupe de niveau socio-économique élevé), la surestimation des équations de la FAO était plus importante chez les sujets appartenant au groupe de niveau socio-économique faible par rapport aux sujets appartenant au groupe de niveau socio-économique élevé (respectivement 13,3% et 6,5%). Même si les résultats de la comparaison directe entre les DER des deux groupes n'ont pas été rapportés dans cette étude, le niveau socio-économique, en plus d'influencer les apports alimentaires et certainement les mesures anthropométriques, crée une variation importante de l'écart entre la DER mesurée et celle calculée, peu importe l'IMC des sujets.

En plus des facteurs individuels tels les facteurs anthropométriques ou hormonaux, certains facteurs extérieurs tels le climat et le niveau socio-économique pourraient donc influencer la DER.

4-10. Facteurs génétiques.

La génétique a un impact sur les facteurs d'influence de la DER. Une part de la variance du poids et de la composition corporelle, dont la masse maigre, est attribuable à l'hérédité (Bouchard, 1994). De plus, l'hérédité est elle-même un facteur de variance de la DER. De 11 à 40% de la variance de la DER ajustée à l'âge, au sexe et à la composition corporelle sont attribués à l'hérédité entre des jumeaux, des parents et des enfants ou des frères et des soeurs (Bogardus et al., 1986, Fontaine et al., 1985). Si l'on inclut l'hérédité et l'environnement familial, 55% de la variance de la DER ajustée à

l'âge, au sexe, à la masse maigre et à la masse grasse y seraient attribués (Bouchard et Tremblay, 1997).

L'influence de la génétique est par contre minime lorsque l'on compare des populations entre elles. Les variations entre groupes sont en effet moins importantes qu'entre individus d'un même groupe (Chaturvedi, 2001). C'est pourquoi, dans le milieu de la recherche, la notion de race qui se définit uniquement comme des différences génétiques entre deux groupes a fait place à celle de l'ethnie. Cette notion englobe non seulement la race mais aussi un ensemble de facteurs propres au groupe tels la culture, la langue et la religion.

Les études ont montré que certains taux d'hormones dont le taux d'estradiol plasmatique (Adlercreutz et al., 1994; Probst-Hensch et al., 2000) et urinaire (Hill et al., 1976) étaient différents entre les femmes caucasiennes et asiatiques mais ces variations d'hormones sexuelles n'ont pas pu être observées par tous les chercheurs (Goodman et al., 1988; Richards et al., 1992). Les taux d'insuline pourraient aussi être influencés par l'ethnie. Certains chercheurs (Arslanian, 1998; Gower et al., 1998 et Wong et al., 1999) notent un taux d'insuline à jeun plus élevé et un taux de glucose sanguin plus bas chez des enfants et des jeunes filles afro-américaines que celui d'enfants et de jeunes filles caucasiennes mais toutes les études ne vont pas dans ce sens et plusieurs ne peuvent montrer de différences entre des femmes ou des adolescentes afro-américains et leurs paires caucasiens (Aloia et al., 1998; Arslanian, 1998 et Kitabchi et al., 1999). L'ethnie comme facteur d'influence des taux d'hormones reste un sujet controversé. Il semble difficile de tirer des conclusions claires sur son importance.

Outre les taux d'hormones, les chercheurs se sont penchés sur l'influence de l'ethnie sur une multitude de paramètres et la présente étude se concentrera sur la DER.

5. Influence de l'ethnie sur la DER.

La plupart des études portant sur la mesure de la dépense énergétique ont été effectuées chez les Caucasiens. Deux ethnies ont fait l'objet d'études comparatives avec les Caucasiens: les Africains et les Asiatiques.

5-1. DER des sujets d'origine asiatique.

La comparaison entre la DER de sujets provenant d'ethnies différentes peut être faite de deux façons, soit en comparant directement la DER de sujets d'origine asiatique à celle de sujets d'origine caucasienne, soit indirectement en comparant la mesure de la DER de sujets d'origine asiatique à celle estimée par des équations théoriques couramment utilisées soit celles de Harris-Benedict et celles de la FAO. Notons que les équations de Harris-Benedict ont été élaborées à partir de données portant uniquement sur des sujets nord-américains alors que les données utilisées dans l'élaboration des équations de la FAO provenaient de sujets de différentes ethnies dont des Asiatiques.

5-1-1. Comparaison entre la DER des Asiatiques et des Caucasiens.

Schofield (1985) a comparé la DER de sujets indiens à celle de sujets nord-européens et américains. En créant des équations à partir des données des sujets nord-européens et américains et en comparant la DER des sujets indiens à ces équations, il observe une surestimation de 13,8 pour les hommes et 14,4% pour les femmes.

Depuis, Hayter et Henry (1993) ont regroupé les bases de données de Schofield (1985) et de Henry et Rees (1988); ils ont obtenu ainsi une base de données incluant 4000 sujets portant sur la DER de sujets hommes et femmes âgées de 18 à 30 ans (*figure 5*). Les droites des moindres carrés de la DER relativement au poids corporel pour différents groupes ethniques (Indiens, Chinois, Nord-Américains et Nord-Européens et Italiens) sont représentées pour les hommes et les femmes dans les deux figures suivantes. Les données des sujets italiens sont traitées séparément puisqu'elles ne semblent être représentatives ni de la population caucasienne ni de la population italienne (voir chapitre II, section 3-1). La figure 5 montre que chez les hommes, toutes les régressions sont significativement différentes selon l'ethnie excepté celle des Nord-Européens et Américains comparativement aux Chinois lorsque le poids corporel est supérieur à 74 kg ainsi que celle des Chinois comparativement aux Indiens pour tout poids corporel. Chez les femmes, ces différences sont moins marquées puisque les régressions se croisent plus souvent mais les régressions sont significativement différentes entre les femmes nord-européennes et américaines et chinoises si le poids corporel est supérieur à 40 kg et entre les femmes nord-européennes et américaines et

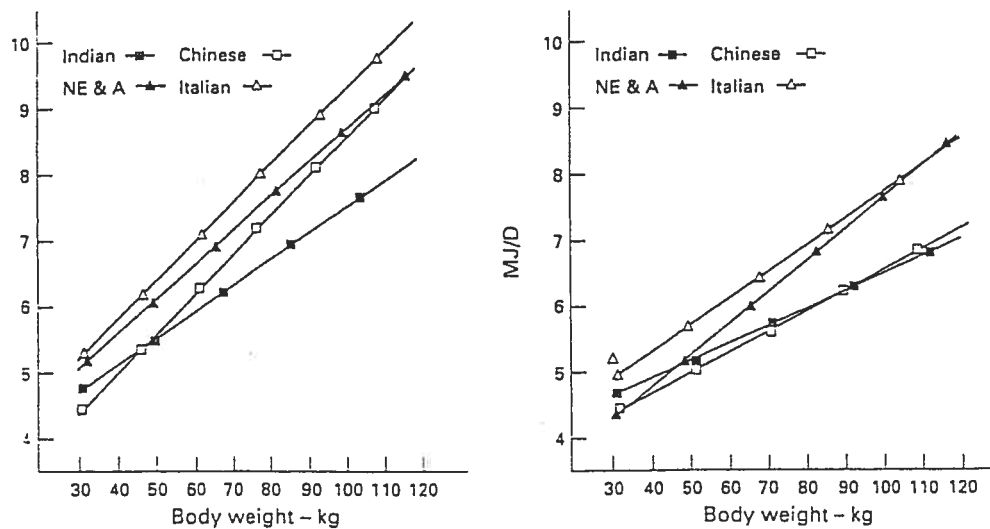


Figure 5: Droites des moindres-carrés de la DEB (mJ/jour) relativement au poids corporel pour les hommes (figure de gauche) et les femmes (figure de droite) d'origine indienne, chinoise, nord-européenne américaine et italienne, âgés de 18 à 30 ans (Hayter et Henry, 1994).

indiennes si le poids corporel est supérieur à 55 kg. Par contre, pour tout poids corporel, il n'y a pas de différence entre les régressions des sujets indiens et chinois. Autant chez les hommes que chez les femmes, les équations des sujets chinois et indiens prédisent de façon similaire la DER pour tous les poids corporels et les équations des sujets nord-européens et américains sont significativement différentes des équations des sujets asiatiques (Indiens et Chinois). Lorsqu'elles sont basées sur le poids corporel, les équations créées à partir des données des sujets nord-européens et américains surestiment la DER des hommes indiens et chinois de 9,7% et 7,6% respectivement, sous-estiment la DER des femmes indiennes de 2,7% et surestiment celle des femmes chinoises de 3,9%.

Soares et Shetty en 1988, expliquaient ces différences entre les DER mesurées et prédites entre les sujets nord-européens et américains et asiatiques par un facteur climatique plutôt que par un facteur ethnique. D'après une revue sur ce sujet exécutée par Hayter and Henry (1993), diverses études faites entre 1980 et 1991 suggéraient plutôt que la DER des sujets provenant des tropiques est similaire à celle des sujets des régions tempérées (voir chapitre II, section 4-6-1) à condition qu'ils soient comparés à des sujets de poids similaire. Ces études étaient toutefois difficilement comparables entre elles, le mode d'expression de la dépense énergétique (DEB/kg, DER/kg, DES/kg, DEB/m²) et certains critères ou facteurs de variation de la DER (tabagisme, café autorisé avant les mesures, consommation ab libitum 3 à 4 heures avant les tests, phase du cycle menstruel) avaient été omis.

Lawrence et al. (1988) ne peuvent montrer de différences de DER absolue entre des femmes écossaises et thaïlandaises de masse maigre similaire. Ils proposent que les différences de DER par kg de masse maigre seraient dues à des moyennes de masse maigre différentes entre les groupes plutôt qu'à un facteur ethnique. Les résultats de Henry et Piggott (1987) vont dans le même sens. Ils ne peuvent montrer de différences entre la DER absolue, exprimée par kg de poids, par unité de surface ou par kg de masse maigre entre des sujets asiatiques vivant depuis plus de deux ans en Europe et des sujets européens. Les deux groupes n'avaient pas de différences significatives de poids, d'IMC ou de moyenne de plis cutanés. Une étude publiée par la suite (Rush et al., 1997) montre que malgré une DER absolue et relative au poids (kg) significativement inférieure chez

les sujets indiens comparativement aux sujets caucasiens, une fois la DER ajustée à la masse maigre pour les hommes et ajustée à la masse maigre ainsi qu'à la masse grasse pour les femmes, il n'y a plus de différence significative entre les ethnies.

Si l'ethnie semble un facteur d'influence de la DER entre les sujets asiatiques et caucasiens, plusieurs auteurs expliquent les différences par des facteurs comme le climat ou par une différence de masse maigre entre les groupes ethniques comparés.

5-1-2. Comparaison entre la DER des asiatiques et celle obtenue par des équations théoriques.

Les équations de Harris-Benedict ont souvent été considérées comme surestimant la DER chez les sujets d'origine caucasienne. Il semble que ces équations surestiment aussi la DER des sujets asiatiques. Liu et al. (1995) a comparé la DER de 223 Chinois, hommes et femmes, à la DER estimée par cette équation. Ils obtiennent une surestimation d'environ 13% entre la DER calculée par rapport à celle mesurée. Peu d'études comparent la DER de sujets de différentes ethnies dans un même environnement. Case et al. (1997) ont mesuré la DER de 36 femmes asiatiques vivant aux États-Unis depuis au moins 3 mois, ils constatent aussi une surestimation de 8,5% par la formule de Harris-Benedict.

Les équations de la FAO (1985), calculées à partir d'une base de données incluant diverses ethnies dont des Asiatiques devraient être plus appropriées que les équations de Harris-Benedict pour estimer la DER de sujets d'origine asiatique. Or dès sa publication, Schofield (1985) a noté que la DER des Indiens hommes et femmes était surestimée de 11,8 et 8,9% respectivement. Henry et Rees (1988) ont comparé la DER d'individus vivant sous les tropiques avec celle obtenue par les équations de la FAO. Les données provenaient d'études non-répertoriées par Schofield. Ils remarquèrent que non seulement les Indiens mais de façon générale les peuples du sud de l'Asie avaient une DER inférieure à celle prédite par les équations de la FAO. L'écart variait selon chaque peuple: les Javanais (5,1%), les Chinois (8,2%), les Japonais (8,3%), les Malais (9,3%) et les Philippins (9,6%). De plus, l'écart se creuse davantage chez les sujets âgés. Chez les hommes et les femmes âgés entre 18 et 30 ans, l'écart entre la DER mesurée et celle estimée est respectivement de 7,2 et 2% alors que chez les hommes et les femmes âgés de 30 à 60 ans, l'écart est respectivement de 7,2 et 8,9%. Selon Soares et Shetty (1988),

chez les hommes indiens dont le poids se situe entre 55kg et 60 kg, on remarque une différence minimum de 4,6% entre la DER mesurée et celle estimée. Par contre, avec un poids inférieur à 50 kg, la surestimation est de 12,2% et avec un poids supérieur à 60kg, la surestimation est de 9,2%. Les équations de la FAO estiment le mieux la DER pour des sujets masculins ayant un poids entre 55 et 60kg, poids idéal selon le conseil médical de recherche indien (Soares et Shetty, 1988). La surestimation de ces équations n'est donc pas homogène, elle dépend de l'âge, du poids et de l'origine ethnique.

De façon générale même si les sujets d'origine asiatique ne proviennent pas des mêmes pays, de nombreuses études montrent tout de même une surestimation de 2 à 13% de la DER calculée par les équations de la FAO par rapport à celle mesurée (Case et al., 1997; Henry et Rees, 1991; Soares et al., 1993; Piers et Shetty, 1993; Liu et al., 1995; Leung et al., 2000). On peut conclure que la surestimation de la DER est générale chez les sujets asiatiques.

Il semble que l'utilisation des équations de Harris-Benedict et de la FAO soit peu précise pour estimer la DER de sujets d'origine asiatique, surtout pour les sujets plus âgés. De plus, plusieurs études montrent une différence entre la DER (absolue ou relative au poids corporel) des sujets caucasiens et des sujets asiatiques. Par contre, la différence entre la DER semble s'estomper lorsque celle-ci est ajustée à la masse maigre et à la masse grasse.

5-2. DER des sujets d'origine africaine.

Cette partie sera traitée de façon identique à la partie sur la comparaison entre la DER de sujets asiatiques et caucasiens. La DER des sujets africains peut être comparée directement à celles de sujets caucasiens, ou indirectement par l'estimation de la DER par des équations théoriques couramment utilisées soit celles de Harris-Benedict et celles de la FAO.

5-2-1. Comparaison entre la DER de sujets d'origine africaine et d'origine caucasienne.

Comme l'environnement peut être un facteur d'influence de la DER, il est utile de différencier les études comparant des Africains vivant en Afrique et des Africains vivant en Europe ou en Amérique du Nord. Ces derniers sont souvent installés dans ces

pays depuis plusieurs générations. Les chercheurs se sont particulièrement intéressés aux Afro-américains résidant aux États-Unis.

5-2-1-1. Comparaison entre la DER d'Africains et de Caucasiens

Peu d'études ont comparé la DER de Caucasiens vivant en Amérique du Nord et en Europe et d'Africains vivant en Afrique. Lawrence remarque que chez les hommes (Minghelli et al, 1990), la DER exprimée par kg de poids corporel et par kg de masse maigre des Gambiens est inférieure à celle des Suisses. A l'inverse, les femmes gambiennes (Lawrence et al., 1988) ont une DER exprimée par kg de masse maigre légèrement supérieure (3 à 5%) à celle des femmes écossaises.

Comparer des sujets vivant dans des lieux différents implique plusieurs sources de variation dont les méthodes de mesures, l'environnement, l'apport alimentaire et l'activité physique. Bien que les méthodes de mesures soient scrupuleusement respectées, le simple fait de ne pas utiliser le même appareil pour les mesures de chaque ethnie pourrait avoir des conséquences sur les différences de DER obtenues (Minghelli et al., 1990). Le climat (entre la Suisse et la Gambie) peut aussi influencer la DER même si cette influence n'est pas observée par tous les auteurs (chapitre II, section 4-9-1). De plus, les mesures de DER chez les hommes gambiens ont été prises durant la période de soudure. Lawrence et al. (1988) ont montré que la DER était réduite de 3 à 4% durant cette période. Les femmes gambiennes vivent dans des fermes tandis que les femmes écossaises sont des femmes à la maison. Le niveau d'activité (chapitre II, section 4-6) pourrait expliquer la différence de DER. Comme il n'y a aucune mention d'un délai entre la dernière activité et la mesure de la DER, il est à supposer que le délai de 24 à 72 heures suggéré par plusieurs chercheurs (chapitre II, section 4-6) n'a pas été respecté. On peut supposer que la DER soit augmentée par un niveau d'activité supérieur et par l'absence d'un délai suivant la dernière activité. Pour comparer la DER entre ethnies, il faudrait à la base éliminer ces facteurs extrinsèques.

De nombreuses études comparent la DER d'Afro-Américains et de Caucasiens. Ces deux ethnies vivent alors dans un même environnement, les mêmes appareils servent à mesurer les dépenses des deux ethnies. Le niveau d'activité est généralement contrôlé dans ces études et il n'y a aucune mention de restriction alimentaire.

5-2-1-2. Comparaison entre la DER d'Afro-américains et de Caucasiens

Gannon et al (2000) ont répertorié 15 études récentes comparant la DER d'hommes et de femmes afro-américains à celle de caucasiens. Dix des 15 études observent une différence de 81 à 274 kcal par jour, la DER absolue des Africains Américains étant inférieure à celle des Caucasiens et onze des 15 études montrent une DER ajustée à la masse maigre significativement inférieure chez les Africains Américains.

Gannon et al. (2000) dans leur revue soulèvent un point intéressant. Treize des quinze études ont testé leurs sujets après 12 heures de jeûne, tandis que les deux autres études ont testé leurs sujets seulement 3 heures après leur dernier repas. Or, pour mesurer une DER, il faut que le sujet soit à jeun depuis au moins 12 heures (chapitre II, section 2.2). Des quinze études, ces deux études montrent les différences de DER absolues entre ethnies les plus importantes (274 et 243 kcal). De plus, Gannon remarque que cinq études qui n'incluaient pas une nuit à l'hôpital montraient toutes une différence significative entre la DER absolue des Afro-Américains et celle des Caucasiens et les différences obtenues étaient les plus importantes parmi les études analysées (entre 180 et 273 kcal/jour). L'utilisation d'une méthodologie moins stricte semble introduire des biais dans la mesure de la DER. Sans remettre en question la conclusion d'une DER inférieure chez les Afro-Américains, on peut se questionner sur les conséquences de la méthodologie utilisée.

Le sexe aurait un effet sur la relation ethnie-dépense énergétique. Selon Gannon et al. (2000), plusieurs études rapportent une différence entre les Afro-américains et les Caucasiens plus importante pour les femmes que pour les hommes. Weyer et al. (1999) en mesurant la DER ajustée à la masse maigre note une différence significative de 106 ± 44 kcal/jour ($p < 0,05$) chez les femmes contre une différence de 85 ± 45 kJ/jour ($p = 0,07$) chez les hommes entre les sujets des deux ethnies jumelés pour l'âge et le poids corporel. Carpenter et al. (1998) en mesurant la dépense énergétique totale, arrivent aux mêmes conclusions (différence d'environ 255 kcal chez les femmes et 193 kcal chez les hommes, $p < 0,01$). Ce phénomène a été observé autant chez des jeunes adultes (Geissler et Aldouri, 1985; Weyer et al., 1999) que chez des personnes âgées (Carpenter et al., 1998). A la lumière de ces études, il serait plus facile de démontrer une différence

significative de DER entre des femmes africaines et caucasiennes qu'entre des hommes de ces deux ethnies.

Hunter et al. (2000) montrent une différence significative de DER entre des femmes africaines et caucasiennes de poids normal. Cette différence est observée tant avec la DER en valeur absolue qu'ajustée à la masse maigre. Un fait intéressant, cette différence est significative lorsque la DER est ajustée à la masse maigre située dans les membres mais elle disparaît lorsque la DER est ajustée à la masse maigre située dans le tronc. Hunter et al. remarquent aussi que la masse maigre située dans les membres est significativement plus importante et la masse maigre située dans le tronc est significativement moins importante chez les femmes africaines que chez les femmes caucasiennes de son étude. Hunter et al. suggèrent alors que les femmes afro-américaines ont une masse musculaire plus grande et une masse d'organes plus petite. La contribution énergétique à la DER par unité de masse étant de 60% pour les organes et 20 à 25% pour les muscles (Elia, 1992b), une différence dans la masse d'organes pourrait alors expliquer les différences de DER ajustée à la masse maigre observées dans plusieurs études.

Des 15 études répertoriées par Gannon ainsi que de trois autres études (Weyer et al., 1999; Hunter et al., 2000; Sun et al., 2001), 8 avaient mesuré la DER chez des enfants et adolescents (5 à 16 ans), 7 chez des femmes ayant un surplus de poids ou étant obèses, une chez des hommes, une chez des personnes âgées et une chez des femmes de poids moyen (IMC entre 20 et 25) et en préménopause (âge: $35,6 \pm 6,9$ chez les femmes afro-américaines et $35,2 \pm 7,4$ chez les femmes caucasiennes) (Hunter et al., 2000). Bien que l'obésité soit un sujet très important, il est étonnant de voir le peu d'études concernant les hommes et les femmes de poids moyen.

De nombreuses études ont montré une différence significative entre les DER de sujets africains et caucasiens. Il est important de vérifier la méthodologie de ces études car elle semble créer une certaine variation dans les résultats. Le sexe aussi semble influencer la DER des sujets africains; une différence entre les ethnies africaine et caucasienne serait plus importante chez les femmes que chez les hommes. Une plus petite masse d'organes et une plus grande masse musculaire chez les Africaines pourrait expliquer les différences observées. Par contre, il faudrait confirmer toutes ces

observations chez les hommes et les femmes de poids moyen car il y a un manque d'études dans cette catégorie de poids.

5-2-2. Comparaison entre la DER de sujets d'origine africaine mesurée et estimée par des équations théoriques.

Quelques études ayant montré une différence de DER entre les sujets d'origine africaine et caucasiennes, il est intéressant de savoir si ces différences apparaissent lorsque les DER de ces ethnies sont comparé à celles d'équations prédictives telles les équations de Harris-Benedict et celles de la FAO.

Chittwood et al. (1996) ont comparé la DER prédite par les équations de Harris-Benedict à celle mesurée chez des femmes afro-américaines selon des critères stricts. Ils observent une surestimation de 12%. Au contraire, Forman et al. (1998) observent une DER mesurée similaire à celle prédite par les équations de Harris-Benedict chez les Afro-Américaines et une DER mesurée chez les Caucasiennes supérieure de 13% à celle prédite. Cette étude va à l'encontre des observations de la plupart des études (chapitre II, section 3-1-1) montrant que l'équation de Harris-Benedict surestime la DER chez les Caucasiens. Cette étude, par contre, suggère que la DER des Afro-Américaines est inférieure (de 9%) à celle des Caucasiennes. Puisque ces deux études contradictoires sont les seules études récentes à comparer la DER mesurée de sujets Afro-Américains à celle prédite par l'équation de Harris-Benedict, d'autres études seraient nécessaires avant de valider ces équations pour des sujets afro-américains.

De Boer et al. (1988) ont comparé la dépense énergétique de nuit mesurée à la DER estimée par les équations de la FAO d'hommes caucasiens et d'hommes africains résidant aux Pays-Bas. La DER calculée par les équations de la FAO a surestimé la dépense énergétique de nuit des sujets caucasiens (9,8%) et des sujets africains (11,1%). De par le nombre restreint de sujets recrutés (8 Africains et 7 Caucasiens), de par l'omission de certains critères d'exclusion (tabagisme, différence d'IMC importante entre les sujets) et de par la mesure de la dépense énergétique de nuit et non la DER, il est difficile d'évaluer cette étude.

Étonnamment, la DER mesurée chez les femmes gambiennes est supérieure de 7 à 10% à celle prédite par les équations de la FAO tandis que la DER des femmes écossaises est égale à celle prédite (Lawrence, 1988). Pour des raisons d'apport

alimentaire et d'activité physique qui n'étaient pas contrôlés (voir chapitre II, section 5-2-1-1), il est difficile d'évaluer cette autre étude. D'autres études sont nécessaires avant de conclure sur la validité de ces équations de la FAO appliquées aux sujets africains.

La plupart des études publiées jusqu'à ce jour comparent des Afro-Américains et des Caucasiens et suggèrent qu'il y a une différence de DER entre ces deux ethnies. Cette hypothèse reste toutefois à confirmer pour les sujets de poids moyen étant donné le peu d'études réalisées avec ce type de sujets. De plus, le peu d'études comparant la DER mesurée à celle estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO ne permettent pas de conclure sur le sujet.

III. Justification de l'étude

1. But.

Le but de ce projet est d'étudier la disparité de la dépense énergétique de repos (DER), mesurée par calorimétrie indirecte et certains facteurs d'influence chez des femmes de différentes ethnies vivant dans un même environnement. La présente étude vise également à vérifier s'il est adéquat d'utiliser les mêmes équations théoriques (formules d'Harris-Benedict et équations de la FAO (1985)), qui estiment la DER, pour différentes ethnies, lors d'interventions nutritionnelles.

2. Hypothèses.

Les connaissances actuelles sont équivoques quant à l'influence de l'ethnie sur la dépense énergétique de base. Plusieurs études suggèrent qu'il existe une dissimilitude de DER entre certaines ethnies, quoique les différences méthodologiques rendent les résultats de ces études difficiles à interpréter.

Malgré tout, les études publiées présentent certaines tendances qui permettent de proposer les hypothèses suivantes:

- les femmes caucasiennes ont une dépense énergétique de repos, absolue, exprimée par kg de poids ou par kg de masse maigre, significativement supérieure à celle des femmes d'origine africaine et asiatique.
- la dépense énergétique de repos estimée par les équations de Harris-Benedict et celles de la FAO excède les valeurs mesurées par environ 10% et plus et ce pour les jeunes femmes des trois ethnies.
- la température corporelle, les taux d'hormones sexuelles et thyroïdiennes, directement associés au métabolisme de base, peuvent expliquer partiellement la différence observée entre les trois ethnies.

3. Pertinence de l'étude.

Les minorités visibles sont de plus en plus présentes au Québec (6% de la population en 1996 selon Statistiques Canada) et particulièrement à Montréal où elles représentent 12% de la population. Les principales minorités sont les Africains qui

représentent 30 % de la population totale des minorités visibles et les Asiatiques (Asie du sud et du sud-est, Chine, Philippines, Corée et Japon) qui représentent 36% de la population totale des minorités visibles (Statistiques Canada, 1996). Il est important dans le milieu médical de pouvoir estimer adéquatement la DET (dépense énergétique totale) de chacune d'entre elles. Cette DET permet entre autre d'estimer les besoins énergétiques quotidiens. Pour cela, il faut connaître l'influence qu'a l'ethnie sur la DER, mesure permettant d'estimer la DET.

La DER est estimée en clinique et en santé publique par l'application d'équations basées sur des paramètres anthropométriques et démographiques. Si la DER varie selon l'ethnies, il est utile de se demander si ces équations estiment adéquatement la DER des diverses ethnies.

IV. Méthodologie

1. Population à l'étude et échantillon.

La population à l'étude est composée de jeunes femmes en santé issues de trois groupes ethniques distincts: les Africains, les Asiatiques et les Caucasiens vivant dans un même environnement.

L'échantillon à l'étude est constitué de sujets principalement recrutés parmi les étudiants des universités de Montréal, du Québec à Montréal, McGill et Concordia; leur participation volontaire a été sollicitée par le biais d'associations étudiantes, d'avis dans les journaux universitaires et d'affiches. Les sujets ont été choisis pour représenter les trois ethnies: caucasienne, africaine et asiatique et l'environnement choisi a été Montréal.

Le nombre de femmes à inclure dans l'étude a été calculé à partir d'une étude antérieure qui avait comparé la DER de jeunes filles africaines et caucasiennes (Morrison et al. 1996). La formule suivante permet d'obtenir la taille minimale d'un échantillon pour être en mesure d'observer une différence entre deux groupes.

$$n = \frac{(u + v)^2 O^2}{(u_1 - u_2)^2}$$

u = point du pourcentage de la distribution normale (unilatérale) correspondant à une puissance de 95% = 1,65

v = point du pourcentage de la distribution normale (bilatérale) correspondant à une puissance de 95% = 1,96

O = écart-type de la DER mesurée chez 10 jeunes filles caucasiennes (Curtis et al., 1996) = 7,17 kcal/ kg poids

u_1 = moyenne de la DER chez des jeunes femmes caucasiennes /kg poids (Morisson et al., 1996) = 40,3 kcal/kg poids

u_2 = moyenne de la DER chez des jeunes femmes africaines / kg poids (Morisson et al., 1996) = 35,5 kcal / kg poids.

$$n = \frac{(1.65 + 1.96)^2 \cdot 7.17^2}{(40.3 - 35.5)^2} = 29 \text{ sujets}$$

Le calcul donne un n de 29 sujets soit 15 sujets par ethnies

Les critères de sélection des sujets ont été choisis dans le but d'assurer un maximum d'homogénéité aux groupes ethniques.

Les critères d'inclusion étaient le sexe féminin, un âge de 20 à 25 ans, un poids normal (IMC 18,5-25), un niveau d'activité physique faible à modéré (moins de 2 heures d'activité aérobique par semaine) et au moins deux ans de vie au Québec ou dans des sites de latitudes comparables géographiquement au moment des mesures.

Les critères d'exclusion étaient le tabagisme, la consommation de médicaments pouvant affecter le métabolisme de base et les troubles du métabolisme. Plusieurs études ont montré que l'usage du tabac pouvait augmenter la DER (chapitre II, section 4-8) et que certains médicaments tels les contraceptifs oraux influencent la DER via un changement de concentration des hormones thyroïdiennes (Fisher, 1996). Ces dernières jouent un rôle capital dans la régulation de la DER (chapitre II, section 4-3).

2. Variables à l'étude

2-1. Variable indépendante

La variable indépendante de cette étude est l'ethnie à laquelle appartient chacun des sujet, soit: caucasienne, africaine ou asiatique.

2-2. Variables dépendantes

Les variables dépendantes de la présente étude sont:

- la DER mesurée par calorimétrie indirecte et celle estimée par les équations théoriques de Harris-Benedict et celles de la FAO.

2-3. Variables explicatives

Les variables suivantes sont susceptibles d'influencer la DER. Elles seront traitées comme variables explicatives.

- les mesures anthropométriques: poids, taille, masse grasse et masse maigre.
- les concentrations sanguines d'hormones thyroïdiennes, d'oestrogènes et de progestérone.
- les paramètres biochimiques: insuline et glucose
- la température corporelle
- la DET (en particulier le facteur d'activité physique voir chapitre II, section 4-

6)

- l'apport énergétique quotidien (des études ont montré que la restriction ou la surconsommation alimentaire modifie la DER) (Shetty et al., 1996 et Clark et al., 1992).

3. Déroulement de la recherche.

Les sujets ont été recrutés entre mars 2000 et octobre 2002. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont permis de sélectionner les sujets lors d'une entrevue téléphonique. Avant de commencer les mesures de la DER, les sujets ont participé à une séance de familiarisation au laboratoire. L'essai du casque respiratoire en pré-test a pour but de réduire le stress lié à la méconnaissance des appareils. Au même moment, elles ont reçu des explications concernant les procédures à suivre pour remplir le journal alimentaire et le questionnaire d'activité physique qu'elles ont dû compléter avant la séance suivante. La composition corporelle a été évaluée par la méthode des plis cutanés.

Le jour des tests, les participantes se sont présentées le matin au laboratoire de l'Unité métabolique de l'hôpital Notre-Dame dans un état reposé. Chaque sujet s'est présenté au moment de la phase folliculaire avancée de son cycle menstruel, soit entre le cinquième et le onzième jour suivant le début des menstruations, était à jeun depuis au moins douze heures et s'est abstenue d'alcool et d'activités physiques vigoureuses durant les 24 heures précédant les tests.

En premier lieu, le sujet a été mesuré et pesé sans souliers, en sous-vêtements. La taille a été mesurée au 0,5cm près et le poids au 0,1kg près. Ensuite, le sujet est resté allongé durant 30 minutes dans un endroit très calme avant la prise de mesure du métabolisme de base. La température de la pièce était située entre 26 et 30°C, selon le confort individuel des participants, pour éviter l'activation de la thermogénèse corporelle.

La température corporelle a été prise au 0,1°C près et les prélèvements sanguins ont été effectués par l'infirmière de recherche présente à l'unité métabolique. En dernier lieu, la mesure de la bioimpédance a été prise sauf chez les sujets d'origine africaine car aucune équation n'a été validée pour cette ethnie. La séance durait environ une heure et demi.

4. Mesure des paramètres

4-1. Méthode de mesure de la DER: La calorimétrie indirecte.

La calorimétrie indirecte mesure la consommation d'O₂ et la production de CO₂ générée lors de l'oxydation de substrats énergétiques. L'équation de Weir intègre ces valeurs et permet d'estimer l'énergie produite par oxydation.

L'équation de Weir complète tient compte du volume d'O₂ consommé, du volume de CO₂ produit ainsi que de l'oxydation des protéines. Cette équation est utilisée depuis de nombreuses années dans les milieux cliniques et de recherche pour calculer la dépense énergétique à partir des mesures obtenues par calorimétrie indirecte et d'une collecte d'urine de 24 heures (Cunningham, 1990). L'équation de Weir simplifiée permet de calculer la DER uniquement à partir des volumes d'O₂ et de CO₂.

$$\text{DER (kcal)} = (3,9 \text{ VO}_2 + 1,1 \text{ VCO}_2) * 1,44$$

Il y a une différence de moins de 2% entre la formule de Weir complète et celle simplifiée qui permet un calcul de la DER sans devoir fournir la collecte d'urine (Matarese, 1997). Pour des raisons de facilité, la version simplifiée de l'équation a été utilisée pour la présente recherche.

L'appareil utilisé pour tous les sujets est le Critical Care Management System, propriété de l'Unité métabolique du CHUM de l'hôpital Notre-Dame. Ce système utilise un casque respiratoire qui recouvre la tête du sujet et l'air expiré est dirigé vers un

collecteur où les volumes d'O₂ et de CO₂ sont mesurés. Selon Isbell et al. (1991), après une période d'acclimatation de 5 minutes, l'utilisation du casque respiratoire nécessiterait un temps de mesure minimum de 20 minutes pour obtenir des résultats reproductibles. Nous avons donc mesuré les échanges respiratoires pendant 20 minutes après équilibration. L'appareil était calibré avant chaque mesure, avec une référence gazeuse de 4% CO₂ et 96% O₂ selon les instructions du fabricant.

Houde-Nadeau et al. (1993) ont montré que ce type de calorimètre mesurait la dépense énergétique avec moins de 3% d'erreur et que les coefficients de variation du VO₂ et du VCO₂ étaient de moins de 4% durant toutes les mesures lorsque le modèle (*lung model*) était utilisé.

En dépit de l'entretien apporté à l'appareil par le personnel de l'Unité métabolique du CHUM, les analyses effectuées chez nos sujets ont révélé une variabilité suspecte du quotient respiratoire. Nous avons alors mis sur pied une étude de précision en faisant des mesures répétées chez cinq sujets ne participant pas à l'étude. Les mesures ont été répétées ainsi: deux mesures en utilisant l'appareil du CHUM et une mesure en utilisant l'appareil du département de nutrition (Deltatrack). Nous avons alors observé une variabilité anormale des mesures d'O₂. Le coefficient de variation des mesures d'O₂ était de 13,9% (7,3% pour l'appareil du Département de nutrition) et aucun des sujets ne se classaient dans la même position lors des deux mesures). Les mesures de CO₂ étaient plus constantes. Le coefficient de variation des mesures était de 11,0% (11,7% pour l'appareil du Département de nutrition) et trois des cinq sujets se situaient dans la même position lors des deux mesures, les deux autres s'échangeant les positions 2 et 3. Se basant sur ces résultats, la mesure de CO₂ a été retenue comme donnée de base et le quotient respiratoire moyen de 0,82 (QR à jeun calculé à partir des données de l'étude de Ravussin et al, 1982) y a été associé pour la mesure de la DER. L'utilisation de la mesure de CO₂ pour déterminer la dépense énergétique se justifie par le fait que les techniques considérées les plus valides pour estimer la dépense énergétique depuis les dernières années, tel le dosage de l'eau doublement marquée, utilisent la mesure du CO₂ comme donnée de base (Institute of Medicine and Food and Nutrition Board, 2002).

4-2. Evaluation de la DET (dépense énergétique totale).

La DET est calculée à partir de la DER mesurée et multipliée par un facteur d'activité. Ce facteur, appelé NAP (niveau d'activité physique), est déterminé grâce aux coefficients proposés par le manuel de l'OPDQ (Chagnon-Descelles et al., 1997) (*voir figure 4*). Un questionnaire d'activités (annexe B et D) a été rempli par chaque sujet ce qui a permis d'estimer le NAP et la DET de chacun d'eux.

4- 3. Evaluation des apports alimentaires.

Une autre méthode d'évaluation de la mesure de la dépense énergétique totale est l'apport alimentaire. « Si, en moyenne, des sujets sont dans un état d'équilibre, ont une composition organique appropriée ainsi qu'un niveau convenable d'activité, la mesure de leur apport habituel moyen fournit une estimation de leur dépense moyenne. » (FAO, 1985). L'évaluation des apports alimentaires a toutefois été considérée dans la présente étude comme un facteur influençant la DER (Shetty et al., 1996 et Clark et al., 1992).

Cette méthode présente toutefois des limites importantes; une analyse de 37 enquêtes alimentaires (Black et al., 1991) a suggéré que la sous-estimation de l'apport alimentaire, peu importe la méthode utilisée, est un phénomène très répandu. Il faut donc tenir compte de ce biais dans l'interprétation des résultats. De plus, il faut noter que la sous-estimation est spécifique au sujet plutôt que due au hasard (si une personne sous-estime une première fois ses apports, il y a de fortes chances qu'elle les sous-estime une deuxième fois) (Black et al. 2001). Un des facteurs de cette sous-estimation serait, selon diverses études répertoriées par Black et al. (2001), un poids corporel élevé. Schoeller (1990) suggère que les sujets ayant un surplus de poids estiment leurs apports de façon à ce qu'ils correspondent aux normes de la société, soit en faussant les relevés, soit en diminuant les apports durant la période du relevé.

Bien que le biais dans l'estimation des apports alimentaires provienne principalement d'une sous-estimation, Black et al. (2001) identifient dans sa revue de littérature des cas de sur-estimations persistantes des apports, sans pour autant en indiquer les causes possibles.

Malgré les limites citées plus haut, le journal alimentaire reste une méthode rapide et peu coûteuse pour estimer les apports alimentaires et lorsque le poids corporel

reste stable, d'évaluer la dépense énergétique totale. En limitant l'IMC des sujets de la présente recherche à 25, il est possible de limiter un facteur important de biais. Les estimations des apports devraient en être plus précises.

Les apports alimentaires rapportées dans la présente recherche ont été évalués sur une période de 3 jours non-consécutifs (voir modèle annexe D), après que des consignes claires aient été fournies aux participantes (annexe C). L'analyse des journaux a été faite avec le logiciel Nutrient Analysis, qui utilise le fichier canadien sur les éléments nutritifs (Division de la recherche en nutrition, 1997).

4-4. Mesure de la composition corporelle.

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la composition corporelle. Certaines sont des méthodes de référence: pesée hydrostatique, dilution du deutérium; d'autres sont des méthodes de terrain moins précises mais plus faciles d'utilisation. De ces méthodes, deux ont été choisies pour mesurer la composition corporelle des sujets de notre étude: la méthode des plis cutanés et la bioimpédance car elles sont fréquemment utilisées et elles requièrent un équipement simple à prix modéré.

4-4-1. Plis cutanés.

La méthode des plis cutanés permet d'estimer la quantité de masse adipeuse. Il faut pour cela pincer la peau, la tirer légèrement et mesurer l'épaisseur du pli à l'aide d'un adipomètre.

Cette méthode se base principalement sur deux postulats: les plis cutanés permettent une bonne mesure du gras sous-cutané et il existe une relation significative entre le gras sous-cutané et la masse adipeuse corporelle (Wagner et Heyward, 2000). Les erreurs d'estimation (la variation entre le gras sous-cutané et la masse adipeuse corporelle, la variation entre l'épaisseur des plis cutanés et du gras sous-cutané et les erreurs de mesure) sont de 3,3% (Lohman, 1981).

Un maximum de sept plis cutanés, établis selon les équations recommandées, ont été mesurés au dixième de millimètre près, du côté droit du corps à l'aide d'un adipomètre de type Harpenden (Bionetics Ltd). Toutes les mesures ont été faites par le même observateur et ont été prises en triplicata, la moyenne des trois ayant été retenue. L'adiposité est dérivée à partir de formules spécifiques pour chaque ethnie. La

localisation des plis mesurés peut varier entre les trois groupes, étant donné une distribution différente de la graisse selon l'ethnie (tableau I).

4-4-2. Bioimpédance.

L'impédance permet d'estimer la masse maigre, l'eau corporelle et la masse adipeuse. Cette méthode est basée sur la conduction d'un courant alternatif dans le corps. Les tissus riches en eau et en électrolytes libres tels les muscles, sont conducteurs et ont une faible impédance. Les os possédant des électrolytes séquestrés dans une structure, donc non-libres et le gras, faibles en eau, agissent comme isolateurs et ont une grande impédance (Kushner, 1992).

L'impédancimètre mesure les deux entités de l'impédance, la résistance qui est la pure opposition au flot du courant et la réactance qui est l'opposition au flot du courant causée par la capacitance des membranes cellulaires. L'impédance est représentée par l'équation suivante:

$$X^2 = R^2 + X_c^2 \text{ (Kushner, 1992)}$$

La variabilité intraindividuelle est de 0,9 à 3,6% (Kushner, 1992).

Lorsque la prédiction de masse maigre obtenue par impédance est comparée à celle obtenue par pesée hydrostatique, l'erreur est de 5% et la corrélation de 0,74 (Stout et al., 1994).

Les mesures ont été prises avec le RJL Bioelectrical Impedance Analyser, du côté droit, le sujet étant allongée sur une surface non-conductrice. Sur une peau préalablement nettoyée avec un tampon d'alcool, quatre électrodes de surface sont apposées, deux introduisant le courant à l'articulation métacarpo-phalangienne et à l'articulation métatarso-phalangienne du côté droit et deux servant de senseurs entre les apophyses styloïdes du cubitus et du radius et sur l'articulation entre la malléole interne et la malléole externe.

Tableau I: Équations recommandées par Heyward et Stolarczyk (1996) pour estimer la composition corporelle selon l'ethnie, l'âge et le sexe.

	Plis cutanés	Impédance
Asiatiques	Équation de Nagamine et Suzuki (1964). Femmes japonaises natives 18-23ans. $Dc = 1,0897 - 0,00133 (\Sigma 2 \text{ pc})$ 2 pc: triceps, souscapulaire. % de graisse, femmes 18-24 ans = $(4,76/Dc) - 4,28 * 100$ SEE= 3-4,3% masse adipeuse	Équation de Nakadamo et al (1990). Femmes japonaises natives 18-54 ans. $Dc = 1,1628 - 0,1067 (\text{poids en Kg} * Z / \text{taille en cm}^2)$ % de graisse, femmes 18-48 ans = $(4,76/Dc) - 4,28 * 100$ Précision = $\pm 2,2$ kg masse maigre
Caucasiennes	Équation de Jackson et al (1980). Femmes blanches 18-55 ans. $Dc = 1,0994921 - 0,0009929 (\Sigma 3 \text{ pc}) + 0,0000023 (\Sigma 3 \text{ pc})^2 - 0,0001392 (\text{âge})$ 3 pc: triceps, suprailiaque, cuisse. % graisse, femmes 18-55 ans = $(5,01/Dc) - 4,57 * 100$ SEE= 2,9-3,5 % de masse adipeuse	Équation de Lohman (1992). Femmes blanches 18-29 ans. Masse maigre kg= $0,476 (\text{taille en cm}^2 / R) + 0,295 * \text{poids en kg} + 5,49$ Précision = $\pm 2-2,8$ kg masse maigre ou <3,5% graisse corporelle
Africaines	Équation de Jackson et al (1980). Femmes 18-55 ans. $Dc = 1,097 - 0,000446971 (\Sigma 7 \text{ pc}) + 0,00000056 (\Sigma 7 \text{ pc})^2 - 0,00012828 (\text{âge})$ 7 pc: poitrine, abdomen, cuisse, triceps, souscapulaire, suprailiaque, aisselle (midaxillary) % graisse = $(4,85/Dc) - 4,39 * 100$ SEE = 3,5% graisse corporelle	Aucune équation validée pour les personnes d'origine africaine

Dc: densité corporelle

Pc: plis cutanés

4-4-3. Adaptation des mesures de composition corporelle à l'ethnie.

Le facteur ethnique peut affecter la composition de la masse maigre ainsi que la distribution régionale de gras (Heyward, 1996). C'est pourquoi l'utilisation d'équations spécifiques pour calculer la composition corporelle grâce aux plis cutanés et à la bioimpédance est indispensable. Heyward et Stolarczyk (1996) ont examiné les publications portant sur la composition corporelle de diverses ethnies et font des recommandations quant aux différentes équations à utiliser selon l'âge, le sexe et l'ethnie. Celles-ci sont résumées dans le tableau I. Toutefois aucune équation n'ayant été validée chez les sujets d'origine africaine, les mesures de bioimpédance n'ont pas été prises chez les sujets africains de la présente étude. De plus, les équations estimant le pourcentage de gras des sujets d'origine asiatique, soit l'équation de Nagamine et Suzuki (1964) pour les plis cutanés et celle de Segal et al. (1988), modifiée par Nakadomo et al. (1990) pour la bioimpédance, sont plutôt suggérées que recommandées. Les sujets qui composaient les bases de données étaient tous d'origine japonaise et les études ultérieures ont également validé ces équations chez des sujets japonais. Bien que les sujets asiatiques de notre étude ne soient pas uniquement d'origine japonaise, la littérature sur le sujet étant limitée, les équations de Nagamine et Suzuki (1964) pour les plis cutanés et celle de Segal et al. (1988), modifiée par Nakadomo et al. (1990) pour la bioimpédance semblent les plus appropriées à ce jour.

4-5. Mesure des paramètres sanguins.

Les études portant sur la mesure de la dépense énergétique nous laissent croire que plusieurs paramètres sanguins influencent la DER. Ces paramètres sont les hormones thyroïdiennes (T3, T4 libres et TSH), les hormones sexuelles (oestradiol, progestérone), l'insuline et le glucose.

Plusieurs méthodes de mesure de ces paramètres ont changé au cours de la collecte de données. Au début de l'étude, les hormones thyroïdiennes et sexuelles ont été mesurées par une méthode immunoenzymatique grâce à l'appareil Immuno-1 de Bayer (Bayer Corporation, Tarrytown, NY) puis par une méthode d'immunochimie luminescente grâce à l'appareil Advia (Centaur Bayer, Tarrytown, NY). Les hormones thyroïdiennes de 20 sujets et les hormones sexuelles de 12 sujets ont été mesurées selon la méthode immunoenzymatique tandis que les hormones thyroïdiennes de 7 sujets et les

hormones sexuelles de 15 sujets ont été mesurées selon la méthode d'immunochimie luminescente. Les résultats obtenus par les deux types de méthodes ont été normalisés en se basant sur les écarts des valeurs normales propres à chacune de ces méthodes.

L'insuline et le glucose ont été mesurés par RIA (radio-immuno assay) (Medicorp, Montréal, Qc).

4-6. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel SPSS version 10.

La moyenne et l'écart-type ont été calculés pour l'âge, les données anthropométriques, la DER absolue, relative au poids et à la masse maigre, le facteur d'activité, la dépense énergétique totale, les apports alimentaires, l'écart entre la dépense énergétique totale et les apports alimentaires, les hormones thyroïdiennes, les hormones sexuelles, l'insuline et le glucose sanguin des groupes à l'étude. Des analyses de variance à un facteur ont été appliquées à ces paramètres pour estimer l'influence de l'ethnie. Lorsque ces analyses de variance étaient significatives, des tests de Tuckey ont permis de définir entre quelles ethnies se situait la différence. Le degré de signification a été établi à $p \leq 0,05$.

Les différences entre le pourcentage de gras, la masse grasse et la masse maigre mesurés par les méthodes de bioimpédance et de plis cutanés ont été déterminées par des tests de T pour données appariées.

La DER a été estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO et est présentée par une moyenne \pm l'écart-type selon les ethnies. Des analyses de variance et des tests de Tuckey ont été réalisées pour mettre en évidence les différences possibles. Des tests de T pour données appariées ont été réalisés pour déterminer les différences et les relations entre la DER mesurée et celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO.

Bland et Altman (1986) proposent une méthode statistique pour comparer les mesures cliniques issues de différentes techniques afin de juger de l'équivalence des méthodes. Cette méthode n'est pas applicable à la présente étude puisque le présent but n'est pas d'approuver ou non l'utilisation des équations estimant la DER, différentes

études ont déjà déterminé un biais mais plutôt de savoir si ces équations peuvent être utilisées indifféremment de l'ethnie.

Des corrélations de Pearson entre les différentes variables à l'étude et la DER absolue ont aussi été réalisées afin d'estimer l'influence respective de divers facteurs sur la DER.

4-7. Considérations éthiques

La présente recherche a été approuvée par le comité d'éthique du centre hospitalier de l'Université de Montréal. Les sujets ont signé un formulaire de consentement (annexe A) après avoir pris connaissance du déroulement de l'étude. Les sujets ont été informés qu'ils participaient librement au projet de recherche et qu'ils pouvaient se désister à tout moment sans subir de conséquences. Ils ont aussi été informés que les informations recueillies à leur sujet dans le cadre du projet restaient confidentielles et qu'elles ne seraient utilisées qu'à des fins scientifiques.

Tous les sujets ayant complété l'étude ont reçu un rapport d'évaluation de leur apport alimentaire accompagné d'un commentaire portant sur les résultats des analyses de laboratoire. Ils ont de plus reçu une compensation financière de 100\$.

V- Résultats

Vingt-sept jeunes femmes ont participé à l'étude. Sept d'entre elles étaient d'origine africaine, sept d'origine asiatique et treize d'origine caucasienne. Le nombre fixé dans le protocole, soit 15 sujets par ethnie, n'a pas été atteint. Le recrutement a été fastidieux étant donné les nombreux critères d'inclusion et d'exclusion. Celui-ci s'est déroulé de mars 2000 à octobre 2002. Avec des tailles réduites d'échantillons, les analyses statistiques perdent de la puissance et de la signification. Il faudra donc tenir compte de ce fait dans l'analyse des résultats.

1. Caractéristiques démographiques et anthropométriques des sujets.

1-1. Âge, données anthropométriques

Le tableau 2 présente l'âge, le poids, la taille et l'IMC des sujets selon les ethnies. L'âge des sujets varie de 20 à 27 ans (moyenne de $22,7 \pm 1,8$). La différence de poids moyen entre les sujets d'origine asiatique et les sujets d'origine africaine et caucasienne est importante ($52,8 \pm 5,3$ kg versus $59,3 \pm 8,9$ kg et $57,7 \pm 5,4$ kg). Par contre elle n'est pas significative ($p=0,155$) et cette différence disparaît lorsque la taille est prise en compte lors du calcul de l'IMC ($21,3 \pm 2,4$ vs $22,6 \pm 3,3$ et $21,8 \pm 1,9$; $p=0,574$). Notons que nous avons élargi légèrement nos critères d'inclusion en acceptant des sujets ayant de 18 à 27 ans et un IMC de 18,1 à 26,4. Cette décision visait à augmenter le nombre de sujets particulièrement dans les groupes des Africaines et des Asiatiques. Ces valeurs correspondent à l'écart présenté par la FAO (Chagnon-Descelles et al., 1997) comme représentant un poids santé (18,5 à 25) ou avec un léger surpoids (25 à 27).

1-2. Composition corporelle

La composition corporelle est caractérisée par le pourcentage de gras, la masse grasse et la masse maigre. Pour estimer ces paramètres, deux méthodes ont été utilisées lorsque des équations propres à l'ethnie étaient disponibles: la bioimpédance et les plis

Tableau 2. Âge et caractéristiques anthropométriques des sujets, présentés par ethnies.

Origine ethnique	Africaine n = 7	Asiatique n = 7	Caucasienne n = 13	Total n = 27	Anova	
	Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	F	P
Âge	23,7 \pm 2,2 (22 - 27)	21,7 \pm 0,9 (20 - 23)	22,7 \pm 1,9 (20 - 26)	22,7 \pm 1,9 (20 - 27)	2,165	0,137
Poids en kg	59,3 \pm 8,9 (44,6 - 68,4)	52,8 \pm 5,3 (44,6 - 61)	57,7 \pm 5,4 (48,9 - 71,1)	56,9 \pm 6,7 (44,6 - 71,7)	2,019	0,155
Taille en cm	161,8 \pm 4,9 (156 - 168)	157,6 \pm 4,7 (153,5 - 166)	162,6 \pm 5,3 (152,5 - 171)	161,1 \pm 5,3 (152,5 - 171)	2,261	0,126
IMC (kg/m²)	22,6 \pm 3,3 (18,3 - 26,4)	21,3 \pm 2,4 (18,1 - 25,9)	21,8 \pm 1,9 (18,4 - 24,9)	21,8 \pm 2,4 (18,1 - 26,4)	0,567	0,574

cutanés. Ces valeurs sont présentées au tableau 3. Le pourcentage de gras et les valeurs de masse grasse et masse maigre, calculés par les équations recommandées par Heyward et Stolarczyk (1996) sont significativement différents entre les ethnies quelle que soit la méthode utilisée pour évaluer la composition corporelle ($p < 0,001$ pour le pourcentage de gras calculé par bioimpédance et par la méthode des plis cutanés, la masse grasse et la masse maigre calculées par la bioimpédance, $p = 0,045$ et $p = 0,001$ pour la masse grasse et la masse maigre calculées par la méthode des plis cutanés). Le pourcentage de gras et la masse grasse des sujets asiatiques sont significativement supérieurs à ceux des sujets caucasiens et africains mesurés par bioimpédance et par plis cutanés. De plus, la masse maigre des sujets asiatiques mesurée par bioimpédance et par plis cutanés est significativement inférieure à celles des sujets caucasiens et africains. Par contre le pourcentage de gras, la masse grasse et maigre des sujets africains ne sont pas significativement différents de ceux des sujets caucasiens.

2. Comparaison de la DER mesurée chez les groupes ethniques

La DER peut être exprimée de plusieurs façons: valeur absolue, relative au poids corporel ou à la masse maigre. Ces valeurs de DER sont présentées au tableau 4. La différence des valeurs de DER absolue et relative au poids entre les ethnies n'est pas significative. Par ailleurs, les valeurs de DER relatives à la masse maigre calculée par bioimpédance et par plis cutanés, sont significativement différentes (respectivement $p < 0,001$ et $p = 0,034$). Les différences se situent entre les sujets asiatiques et caucasiens lorsque les DER relatives à la masse maigre calculées par bioimpédance et par plis cutanés sont comparées ($p = 0,049$) alors que les valeurs obtenues chez les sujets africains et caucasiens sont très proches. L'absence de différences statistiquement significatives entre les sujets africains et asiatiques, malgré des valeurs moyennes très différentes, est probablement due à la grande dispersion des valeurs, particulièrement chez les sujets africains (coefficient de variation de la DER par kg de masse maigre calculée par plis cutanés de 22% chez les sujets africains comparé à 8,8% chez les asiatiques et 11% chez

Tableau 3. Composition corporelle (pourcentage de gras, masse grasse et masse maigre) des sujets présentée par ethnies

Origine ethnique		Africaine n = 7	Asiatique n = 7	Caucasienne n = 13	Total n = 27	Anova	
		Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	Moyenne \pm écart type	F	P
% de gras	Méthode utilisée						
	bioimpédance	ND	35,1 \pm 2,4 (32,0 - 38,2)	22,5 \pm 1,6 (19,9 - 26,5)	26,9 \pm 6,4 (19,9 - 38,2)	193,07	<0,001
masse grasse (en kg)	plis cutanés	23,5 \pm 5,1 (16,1 - 31,3)	30,3 \pm 2,8 (26,6 - 35,3)	21,2 \pm 2,6 (16,7 - 24,9)	24,2 \pm 5,1 (16,1 - 35,3)	15,95	<0,001 ^a
	bioimpédance	ND	18,5 \pm 2,4 (14,9 - 21,2)	13,1 \pm 2,2 (9,7 - 18,8)	15,0 \pm 3,5 (9,7 - 21,2)	25,98	<0,001
	plis cutanés	14,2 \pm 4,6 (8,5 - 20,7)	16,0 \pm 2,4 (11,8 - 19,4)	12,30 \pm 2,22 (8,2 - 15,9)	13,8 \pm 3,3 (8,2 - 20,7)	3,54	0,045 ^b
masse maigre (en kg)	bioimpédance	ND	34,2 \pm 3,5 (29,6 - 39,8)	44,6 \pm 3,2 (39,2 - 52,3)	41,0 \pm 6,0 (29,6 - 52,3)	44,53	<0,001
	plis cutanés	45,1 \pm 5,5 (36,0 - 53,7)	36,7 \pm 3,6 (32,2 - 41,6)	45,4 \pm 3,9 (40,7 - 55,2)	43,1 \pm 5,6 (32,2 - 55,2)	10,22	0,001 ^c

ND données non-disponibles (la composition corporelle n'a pas été estimée par la bioimpédance car il n'existe actuellement pas d'équations validées pour les personnes d'origine africaine).

a Test de Tuckey: Africaine vs Asiatique p = 0,003

Asiatique vs Caucasienne p < 0,001

b Test de Tuckey: Asiatique vs Caucasienne p = 0,038

c Test de Tuckey: Africaine vs Asiatique p = 0,004

Asiatique vs Caucasienne p = 0,001

Tableau 4: DER absolue (kcal), DER relative au poids (kcal/kg), DER relative à la masse maigre (kcal/kg) des sujets présentées par ethnies.

Origine ethnique	Africaine n=7	Asiatique n=7	Caucasienne n=13	Total n=27	Anova	
	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	F	P
DER (kcal)	1178 ± 121 (1050 - 1351)	1159 ± 115 (989 - 1307)	1227 ± 120 (1050 - 1445)	1197 ± 118 (989 - 1445)	0,865	0,434
DER par kg (kcal/kg)	20,5 ± 5,4 (15,9 - 30,3)	22,1 ± 2,6 (18,8 - 26,4)	21,3 ± 2,1 (17,1 - 23,8)	21,3 ± 3,3 (15,9 - 30,3)	0,381	0,687
DER par kg de masse maigre calculé par impédance (kcal/kg)	ND	34,03 ± 3,75 (28,78 - 39,75)	27,5 ± 2,5 (22,4 - 31,1)	29,8 ± 4,3 (22,4 - 39,7)	6,125	<0,001 ^a
DER par kg de masse maigre calculé par plis cutanés (kcal/kg)	26,7 ± 5,8 (21,2 - 37,5)	31,7 ± 2,8 (27,5 - 36,0)	27,1 ± 3,0 (20,5 - 30,9)	28,2 ± 4,3 (20,5 - 37,5)	1,251	0,034 ^b

ND: données non-disponible (la composition corporelle n'a pas été estimée par la bioimpédance car il n'existe actuellement pas d'équations validées pour les personnes d'origine africaine).

a Seules les ethnies Asiatique et Caucasienne ont été comparées

b Test de Tuckey, Asiatique vs caucasienne p = 0,049

les caucasiennes) et au nombre restreint de sujets dans ces deux groupes (n=7 pour chacun de ces groupes).

3. Relation entre la DER et les données anthropométriques

La DER d'un individu dépend de son poids et de sa composition corporelle. Les données publiées dans la littérature ont mis en évidence une corrélation importante entre la DER et le poids et la masse maigre. Le tableau 5 présente les corrélations entre la DER absolue et le poids corporel ainsi que divers éléments de la composition corporelle: le pourcentage de gras, la masse grasse et la masse maigre. Seule la corrélation entre la valeur absolue de la DER et la masse maigre calculée par bioimpédance est statistiquement significative ($p=0,049$). Notons que cette relation statistique s'applique uniquement aux sujets caucasiens et asiatiques, les mesures d'impédance n'ayant pas été faite chez les sujets africains.

4. Autres paramètres mesurés chez les groupes à l'étude

Certains paramètres connus pour influencer la DER ont été mesurés dans cette étude pour tenter d'expliquer une possible différence de DER entre les ethnies. Ces paramètres, soit la dépense énergétique totale, les apports alimentaires et l'écart entre les apports alimentaires et la dépense énergétique, mesurés chez les trois ethnies, sont rapportés au tableau 6. Aucun de ces quatre facteurs n'est significativement différent entre les ethnies. On remarque toutefois que les sujets caucasiens et africains tendent à consommer une quantité d'énergie supérieure aux dépenses énergétiques estimées alors que les Asiatiques ont des apports s'approchant de leurs dépenses (apports alimentaires et dépenses énergétiques de 2164 ± 288 kcal et 1837 ± 289 kcal pour les sujets caucasiens; 2000 ± 394 kcal et 1710 ± 197 kcal pour les sujets africains et 1806 ± 324 kcal et 1830 ± 165 pour les sujets asiatiques).

Tableau 5: Corrélation entre la DER absolue et les variables anthropométriques.

	DER absolue	
	correlation (r)	P
poids (n = 27)	0,009	0,965
taille (n = 27)	0,237	0,234
IMC (n = 27)	-0,141	0,484
% gras calculé par bioimpédance(n = 20)	-0,229	0,331
% gras calculé par plis cutanés (n = 27)	-0,267	0,178
masse grasse calculée par bioimpédance (n = 20)	-0,025	0,918
masse grasse calculée par plis cutanés (n = 27)	-0,212	0,289
masse maigre calculée par bioimpédance (n = 20)	0,446	0,049
masse maigre calculée par plis cutanés (n = 27)	0,135	0,502

Tableau 6. Facteur d'activité, dépense énergétique totale (kcal), apport énergétique (kcal) et écart entre la dépense énergétique totale et l'apport énergétique (sous forme de pourcentage) présentés par ethnies

Origine ethnique	Africaine n=7	Asiatique n=7	Caucasienne n=13	Total n=27	Anova	
	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	F	P
Facteur d'activité	1,45 \pm 0,12 (1,33 - 1,65)	1,58 \pm 0,12 (1,45 - 1,80)	1,49 \pm 0,14 (1,33 - 1,76)	1,51 \pm 0,14 (1,33 - 1,80)	1,839	0,181
Dépense énergétique totale (kcal)	1710 \pm 197 (1429 - 1961)	1830 \pm 165 (1633 - 2119)	1837 \pm 289 (1460 - 2530)	1802 \pm 348 (1429 - 2530)	0,689	0,512
Apports énergétiques (kcal)	2000 \pm 394 (1505 - 2671)	1806 \pm 324 (1465 - 2256)	2164 \pm 288 (1683 - 2598)	2029 \pm 348 (1465 - 2617)	2,776	0,082
Ecart entre les apports énergétiques et la dépense énergétique (en %)	+12,2 \pm 17,0 (-18,3 - +33,8)	-3,2 \pm 13,8 (-24,6 - +13,6)	+14,0 \pm 15,6 (-12,8 - +35,6)	+ 9,1 \pm 16,7 (- 24,6 - +35,6)	2,973	0,070

5. Comparaison de la DER mesurée à la DER estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO.

Les équations de Harris-Benedict et de la FAO sont couramment utilisées en clinique ou en santé publique pour estimer la DER lorsque celle-ci ne peut-être mesurée. Le tableau 7 présente, par ethnies, les DER des sujets estimées par les équations de Harris-Benedict et de la FAO. Les DER estimées par l'équation de Harris-Benedict sont similaires alors que les DER estimées par l'équation de la FAO sont significativement différentes selon l'ethnie. La différence n'est significative qu'entre les sujets africains et asiatiques ($p = 0,042$).

Plusieurs études ont suggéré que les équations de Harris-Benedict surestiment la DER mesurée pour les sujets des trois groupes à l'étude et que les équations de la FAO soit surestiment soit prédisent correctement la DER mesurée pour les sujets de ces groupes. Dans la présente étude, la DER calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO excède les valeurs mesurées de manière significative ($p < 0,001$) (tableau 8). Les différences moyennes se situent entre $14,8 \pm 11,4\%$ et $20,8 \pm 18,8\%$ pour la DER estimée par les équations de Harris-Benedict et celle mesurée et entre $9,6 \pm 9,9\%$ et $18,7 \pm 18,0\%$ pour la DER estimée par les équations de la FAO et celle mesurée. Les différences les plus importantes sont obtenues chez les Africaines et les plus faibles se trouvent chez les Asiatiques. Toutefois, ces différences entre la mesure et l'estimation selon les équations de Harris-Benedict et de la FAO ne sont pas significatives différentes entre les ethnies (respectivement $p=0,641$ et $p=0,360$).

6. Hormones, glycémie et température corporelle

Le système hormonal module les activités physiologiques du corps humain. Selon les données déjà publiées dans la littérature, certaines hormones seraient reliées à la DER. C'est le cas des hormones thyroïdiennes, des hormones sexuelles et de l'insuline. Le glucose sanguin serait aussi relié à la DER et la température corporelle en serait un indicateur. De ces paramètres, seules les moyennes de T3 et de progestérone

Tableau 7: DER des sujets estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO présentée par ethnies.

Origine ethnique	Africaine n=7	Asiatique n=7	Caucasienne n=13	Total n=27	Anova	
	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	moyenne \pm écart type	F	P
DER (kcal) estimée par l' équation de Harris-Benedict	1403 \pm 97 (1237 - 1511)	1343 \pm 51 (1272 - 1414)	1397 \pm 58 (1152 - 1358)	1384 \pm 70 (1237 - 1543)	1,789	0,189
DER (kcal) estimée par l' équation de la FAO	1380 \pm 94 (1216 - 1505)	1262 \pm 75 (1152 - 1358)	1348 \pm 85 (1216 - 1544)	1334 \pm 93 (1152 - 1544)	3,677	0,040 ^a

a Test de Tuckey: Africaine vs Asiatique p = 0,042

b Test de Tuckey: Caucasienne vs Asiatique p = 0,10

Tableau 8: Différences entre la DER mesurée et celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO présentées par ethnies.

Origine ethnique	Equation	Différence moyenne en % * (mesurée - calculée)	Différence moyenne \pm écart- type (kcal)	Test de T pour données appariées (P)
Africaine n=7	équation de H-B	- 20,8 \pm 18,9 %	-226 \pm 207	-2,883 0,028
	équation de la FAO	-18,7 \pm 18,0 %	-202 \pm 198	-2,696 0,036
Asiatique n=7	équation de H-B	-16,7 \pm 10,6 %	-184 \pm 102	-4,772 0,003
	équation de la FAO	-9,6 \pm 9,9 %	-103 \pm 105	-2,604 0,040
Caucasienne n=13	équation de H-B	-14,8 \pm 11,4 %	-170 \pm 120	-5,134 <0,001
	équation de la FAO	-10,7 \pm 11,6 %	-121 \pm 126	-3,460 0,005
Total n=27	équation de H-B	-16,7 \pm 13,2 %	-188 \pm 140	-7,011 <0,001
	équation de la FAO	-12,5 \pm 13,2 %	-138 \pm 143	-4,984 <0,001

* La différence moyenne entre la DER mesurée et celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO n'est pas significativement différente entre les trois ethnies (ANOVA pour l'équation de Harris-Benedict F=0,452, p=0,641 et pour l'équation de la FAO F=1,066; p=0,360)

sont différentes entre les ethnies (tableau 9). Le test de Tuckey montre que cette différence se situe entre les sujets d'origine africaine et caucasienne pour la T3 ($p = 0,033$) et la progestérone ($p = 0,051$). Toutefois, les hormones thyroïdiennes et sexuelles, l'insuline, le glucose et la température ne sont pas corrélés à la DER absolue et relative à la masse maigre, calculée par plis cutanés (tableau 10).

Tableau 9. Taux d'hormones thyroïdiennes, d'hormones sexuelles, d'insuline et de glucose sanguin et température corporelle des sujets présentés par ethnies

	Africaine n=7	Asiatique n=7	Caucasienne n=13*	Total n=27	Anova	
(valeurs de référence)	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	moyenne ± écart type	F	P
Hormones thyroïdiennes						
T3 (3,5 - 6,0 pmol/L)	4,84 ± 0,49 (4,10 - 5,40)	4,51 ± 0,49 (4,06 - 5,40)	4,12 ± 0,65 (3,10 - 5,60)	4,41 ± 0,63 (3,1 - 5,6)	3,780	0,037 ^a
T4 (10 - 23 pmol/L)	15,57 ± 1,05 (13,80 - 16,80)	15,03 ± 1,68 (12,30 - 17,50)	14,19 ± 1,92 (12,00 - 19,30)	14,8 ± 1,7 (12,0 - 19,3)	1,648	0,213
TSH (0,35 - 5,50 mU/L)	1,78 ± 0,58 (0,86 - 2,41)	2,86 ± 1,68 (0,92 - 5,05)	2,08 ± 0,75 (1,15 - 3,61)	2,21 ± 1,08 (0,86 - 5,05)	2,100	0,144
Hormones sexuelles						
Oestradiol (40 - 606 pmol/L)	212 ± 156 (67 - 511,5)	166 ± 66 (85 - 284)	131 ± 55 (74 - 270,5)	161,3 ± 96,2 (67 - 511,5)	1,715	0,201
Progestérone (0,5 - 4,5 nmol/L)	1,81 ± 0,75 (0,58 - 2,74)	1,86 ± 1,24 (0,63 - 3,91)	3,33 ± 1,53 (0,66 - 5,86)	2,56 ± 1,46 (0,58 - 5,86)	4,457	0,023 ^b
Insuline (70 - 180 pmol/L)	131 ± 51 (90 - 239)	108 ± 14 (93 - 125)	108 ± 25 (62 - 148)	114 ± 33 (62 - 239)	1,298	0,293
Glucose (3,8 - 6,1 mmol/L)	4,7 ± 0,3 (4,3 - 5,1)	4,6 ± 0,1 (4,4 - 4,7)	4,5 ± 0,3 (3,9 - 4,9)	4,58 ± 0,29 (3,9 - 5,1)	0,375	0,693
Température (°C)	36,4 ± 0,4 (35,8 - 36,8)	36,4 ± 0,4 (35,7 - 36,8)	36,4 ± 0,3 (35,9 - 37)	36,4 ± 0,3 (35,7 - 37,0)	0,136	0,873

* le nombre de sujets est tel qu'indiqué pour toutes les mesures excepté pour l'insuline où le nombre de sujets est de 6 pour les asiatiques et 12 pour les caucasiennes et le glucose où le nombre de sujets est de 5 pour les asiatiques et 11 pour les caucasiennes.

a Test de Tuckey: Africaine vs Caucasienne p = 0,033

b Test de Tuckey: Africaine vs Caucasienne p = 0,051

Tableau 10: Corrélations entre la DER absolue et les variables sanguines et la température.

	DER absolue	
	correlation (r)	P
T3	-0,038	0,850
T4	-0,247	0,214
TSH	0,149	0,457
oestradiol	-0,054	0,789
progestérone	0,009	0,963
insuline	0,231	0,267
glucose	0,040	0,868
température	-0,158	0,432

VI. Discussion

Le premier objectif de la présente étude était de comparer la dépense énergétique de repos de groupes homogènes de jeunes femmes appartenant aux trois principales ethnies. Le protocole incluait des critères de sélection relativement stricts quant à l'âge, à l'IMC et aux autres facteurs susceptibles d'influencer le métabolisme de repos. La contrainte de ces critères de sélection, qui a rendu le recrutement particulièrement ardu, n'a toutefois pas éliminé la grande variabilité de composition corporelle entre les groupes à l'étude.

1. Caractéristiques anthropométriques des sujets des trois ethnies.

En introduisant un critère de sélection d'IMC limité entre 18,5 et 25, nous espérons limiter les écarts de composition corporelle entre les sujets et minimiser l'influence de ce paramètre sur la DER. La composition corporelle (pourcentage de gras, masse maigre et masse grasse) des groupes d'Africaines et de Caucasiennes ne diffère pas significativement l'une de l'autre. Par contre, le pourcentage de gras des sujets asiatiques est plus élevé que celui des Caucasiens même si l'IMC est similaire chez ces groupes. Ces résultats appuient ceux de Lanham et al. (2001) qui ont observé un pourcentage de gras particulièrement élevé ($35,6 \pm 6,4\%$) chez des femmes chinoises ayant un IMC normal ($21,7 \pm 3,1 \text{ kg/m}^2$) et ce en mesurant la composition corporelle par la technique de dilution au deutérium. Lorsque ces chercheurs utilisent la méthode des plis cutanés, ils obtiennent un pourcentage de $28,0 \pm 3,9\%$ et avec la bioimpédance, ils obtiennent un pourcentage de $29,4 \pm 5,1\%$. Ces valeurs se situent près de celles que nous avons obtenues ($30,3 \pm 2,4\%$ et $35,1 \pm 2,4\%$ respectivement pour les mesures par les plis cutanés par bioimpédance). Elles sont particulièrement élevées pour des sujets ayant un IMC normal. Gurruci et al. (1998) avaient constaté ce fait en observant qu'à poids, taille, âge et sexe identiques, les sujets indonésiens avaient 4,8% de gras de plus que les sujets caucasiens. Ce phénomène maintenant clairement reconnu a nécessité de la part de l'OMS une révision des valeurs de référence de l'IMC (WHO, 2000). Les valeurs seuils provisoires d'IMC correspondant au surpoids et à l'obésité chez les asiatiques sont respectivement 23 et 25 alors que de façon générale ces valeurs sont 25 et 27.

Ulijaszek et Strickland (1991) et Wang et al. (1994) avaient également constaté que certains plis cutanés étaient plus épais chez les sujets asiatiques (triceps et sous-scapulaire). Dans la présente étude, la seule mesure de pli cutané commune aux sujets asiatiques et caucasiens était le pli tricipital et la seule mesure commune aux sujets africains et asiatiques était le pli sous-scapulaire. Aucune différence significative n'a pu être montrée pour ces pli entre les ethnies (ANOVA, $p = 0,385$ pour le pli tricipital et $p = 0,88$ pour le pli sous-scapulaire). Le fait que nous n'ayons mesuré que le pli cutané tricipital plutôt que les deux plis mesurés par d'autres chercheurs explique peut-être que le pourcentage de gras des sujets asiatiques se révèle supérieur lorsqu'on le mesure par bioimpédance que par la méthode des plis cutanés (respectivement 35,1 vs 30,3%). Les résultats de la présente étude montrent tout de même clairement que le pourcentage de gras des sujets asiatiques est différent de celui de sujets caucasiens pour un même IMC et les études mentionnées ci-dessus et suggèrent que la répartition de ce gras est différente d'une ethnie à l'autre.

Notre étude ne peut montrer de différence significative de composition corporelle (masse maigre vs masse grasse) entre les sujets africains et caucasiens. Ortiz et al. (1992) arrivent aux mêmes conclusions mais en analysant la nature de la masse maigre, ils observent chez les Africaines une masse musculaire de 14,7% supérieure à celle des Caucasiennes. De même, Hunter et al. (2000) notent que la masse maigre des membres des sujets africains est significativement supérieure et la masse maigre du tronc est significativement inférieure à celles des sujets caucasiens. Le protocole de la présente étude ne permettait toutefois pas de comparer la composition de la masse maigre chez nos sujets.

En accord avec la littérature, il semble bien que la composition corporelle puisse différer d'une ethnie à l'autre soit quantitativement comme nous l'avons observé chez les Asiatiques soit qualitativement comme l'ont observé Ortiz et al. (1992) et Hunter et al. (2000). La composition corporelle étant un facteur important d'influence de la DER (chapitre II, section 4.1), on pourrait s'attendre à des différences de DER entre les ethnies à l'étude.

2. DER des sujets des trois ethnies

Malgré la différence de composition corporelle entre certaines ethnies, la présente étude ne montre pas de différence significative de DER absolue et par kg de poids corporel entre les trois ethnies (différence entre les ethnies de moins de 5,5%). Seule la DER relative à la masse maigre calculée par bioimpédance et par les plis cutanés est différente entre les sujets asiatiques et caucasiens.

Trois études ont comparé la DER de sujets asiatiques et caucasiens dans un même environnement. Deux d'entre elles (Henry et Piggot, 1987; Ulijaszek et Strickland, 1991) ne peuvent montrer de différences de DER absolue et relative au poids entre des sujets féminins et masculins ayant des masses maigres similaires. Cette similitude de la DER absolue et relative au poids se retrouve chez nos sujets asiatiques et caucasiens. Toutefois, la masse maigre diffère entre nos groupes, puisqu'étant significativement inférieure chez les Asiatiques. Ce dernier groupe, pour maintenir un métabolisme de repos égal à celui des Caucasiens malgré une masse maigre réduite, devrait avoir une masse maigre ayant une activité métabolique plus élevée. Or, Rush et al. (1997) ont observé que chez des sujets asiatiques ayant une masse maigre supérieure à celle de sujets caucasiens, la DER relative à la masse maigre était inférieure à celle des Caucasiens. Ces observations conduisent à l'hypothèse suivante: plus la masse maigre est élevée, plus faible est son taux métabolique par unité de poids. Cette hypothèse est soutenue par le fait que la masse maigre modulable dans l'organisme se compose de masse musculaire, laquelle présente un taux métabolique 15 à 40 fois plus faible que la masse maigre non modulable, soit les organes (foie, cerveau, ...) (Elia, 1992b).

La littérature présente quelques données à l'appui de cette hypothèse. Ainsi, Weinsier et al. (1992) ont étudié la relation entre la DER et la masse maigre. Ils remarquent que la droite de régression entre la masse maigre et la DER ne coupe pas l'ordonnée au point zéro. Un biais apparaît alors et le ratio DER par kg de masse maigre est sous-estimé chez les sujets ayant une masse maigre inférieure à la moyenne et surestimé chez les sujets ayant une masse maigre supérieure à la moyenne. Pour cette raison, l'auteur ne recommande pas la comparaison de DER par kg de masse maigre entre des groupes ayant des masses maigres différentes. Notons que ces études ont été effectuées chez des Caucasiens seulement et n'ont pas été vérifiées chez les Asiatiques.

Aucune différence de DER par kg de masse maigre n'est observée entre les sujets africains et caucasiens de notre étude. De plus, les deux groupes ont des masses maigres similaires (respectivement 45,1 et 45,4 kg). Si la masse maigre de nos sujets africains se compose d'une plus grande proportion de masse musculaire, tel que l'ont suggéré Byrne et al. (2003), cette caractéristique ne se reflète pas sur le taux métabolique de nos sujets. Nos résultats nous permettent toutefois d'appuyer l'hypothèse de Lawrence et al. (1988) qui proposent que les différences de DER par kg de masse maigre entre les sujets de différentes ethnies soient dues à une différence de masse maigre des sujets étudiés.

La différence de DER exprimée par kg de masse maigre observée dans la présente étude entre les sujets asiatiques et caucasiens pourrait donc être due à une différence quantitative et qualitative de masse maigre.

Selon les données déjà publiées, on pourrait s'attendre à ce que le poids, la masse maigre et la masse grasse influencent significativement la DER. De nombreux auteurs ont montré une forte corrélation entre la masse maigre et le poids corporel et la DER (chapitre II, section 4-1-1 et 4-1-2). Dans la présente étude, seule la masse maigre calculée par bioimpédance était significativement corrélée ($r = 0,446$; $p = 0,049$) à la DER. Aucune corrélation significative entre la DER absolue d'une part et le poids, le pourcentage de gras évalué par bioimpédance ou plis cutanés et la DER absolue et la masse maigre évaluée par les plis cutanés d'autre part, n'a pu être démontrée.

L'absence de corrélation entre le poids corporel et la DER chez nos sujets pourrait être attribuable d'une part au peu de variabilité de la DER absolue des sujets (10% pour l'ensemble de l'échantillon), ce qui laisse peu de marges pour que s'expriment des liens avec les autres paramètres à l'étude. D'autre part la grande variabilité de la composition corporelle, particulièrement de la proportion de gras chez les Africains (coefficient de variation de 21,7%) malgré une DER relativement homogène pourrait également expliquer ce résultat.

3. DER estimée par les équations de HB et de la FAO chez les trois ethnies.

La DER estimée par l'équation de Harris- Benedict n'est pas significativement différente entre les trois ethnies. Ceci était prévisible puisque les valeurs des facteurs considérés dans le calcul de cette équation ne diffèrent pas entre les ethnies. Par contre, la DER estimée par l'équation de la FAO est supérieure chez les Africaines comparativement aux Asiatiques. Les équations de la FAO pour estimer la DER se basent uniquement sur le poids corporel des sujets d'une catégorie d'âge et d'un sexe donné; or il y a un écart important de poids entre les Africaines et les Asiatiques de l'échantillon (respectivement $59,3 \pm 8,9$ kg vs $52,8 \pm 5,3$) même si la différence n'atteignait pas le seuil de signification recherché ($p < 0,05$). Le poids moyen des sujets africains étant plus important que celui des sujets asiatiques, on pouvait s'attendre à ce que la DER estimée soit plus importante chez les Africaines. On observe la même tendance mais non-significative entre les groupes de Caucasiens et d'Asiatiques. Il est par contre difficile de déterminer si ce phénomène est uniquement relié à notre échantillon ou s'il est représentatif des populations à l'étude.

La DER mesurée est significativement inférieure à celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO chez les trois groupes à l'étude. Chez les sujets caucasiens, l'écart entre la DER mesurée et celle prédite par l'équation de Harris-Benedict ($-14,8 \pm 11,4\%$) concorde avec les données publiées (sous-estimation de 5 à 15%) (section 3-1-1). Par contre une différence significative de $-10,7 \pm 11,6\%$ a été observée entre la DER mesurée et celle prédite par l'équation de la FAO alors que Lawrence et al. (1988) et Garrel et al. (1996) observaient respectivement un écart de -3% et -2%. L'écart entre nos résultats et ceux de Garrel et al. (1996) sont d'autant plus étonnants que les moyennes d'âge, de poids, de la taille, d'IMC et de la DER mesurée sont similaires entre nos résultats et ceux de Garrel et al. (1996) (respectivement 23 ± 2 et 23 ± 3 pour l'âge; $57,5 \pm 5,4$ kg et $57,7 \pm 6,6$ kg pour le poids; 163 ± 5 cm et 164 ± 6 cm pour la taille; $21,8 \pm 1,9$ et $21,6 \pm 2,2$ pour l'IMC et 1227 ± 120 kcal et 1212 ± 116 kcal pour la DER). Notons que l'échantillon de Garrel comptait 28 sujets alors que le nôtre ne compte que 13 sujets caucasiens; les différences observées entre la présente étude et celles de Garrel et al. (1996) pourraient alors être dues à une plus grande variabilité de nos résultats

compte tenu d'un échantillon plus petit. Par ailleurs, la discordance entre nos résultats et ceux Lawrence et al. (1988) est liée à une DER absolue mesurée supérieure chez les sujets de Lawrence et al. (1988) (respectivement 1227 ± 120 kcal et 1362 ± 111 kcal) qui présentaient un poids similaire aux nôtres et une masse maigre légèrement inférieure à celle de nos sujets (respectivement $45,4 \pm 3,9$ kg et $43,2 \pm 3,4$ kg). Nous pouvons difficilement expliquer les différences observées entre la présente étude et celles de Garrel et al. (1996) et Lawrence et al. (1988), les méthodologies des études étant similaires.

La DER mesurée chez nos sujets asiatiques est significativement inférieure à celle calculée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO. Ces observations confirment celles publiées pour les sujets asiatiques, les auteurs ayant noté une sous-estimation de 2 à 13% entre les mesures de DER et leurs estimations (chapitre II, section 5-1-2).

Les équations de Harris-Benedict et de la FAO surestiment respectivement de 20,8 et 18,7 % la DER des sujets africains de notre étude. Chittwood et al. (1996) ont montré que la DER mesurée de femmes africaines était surestimée de 12% par les équations de Harris-Benedict. Les femmes recrutées avaient un IMC moyen, vivaient en Amérique du Nord et étaient sédentaires. Avec des critères de sélection semblables aux nôtres, cette étude conclut à une surestimation de la DER par l'équation de Harris-Benedict même si les écarts restent inférieurs à ceux que nous avons obtenus.

Les résultats obtenus par l'équation de la FAO pour les sujets africains sont difficilement comparables à ceux des autres études antérieures. De Boer et al. (1988) avaient comparé la dépense énergétique de nuit à la DER prédite par les équations de la FAO chez des hommes. Forman et al. (1998) avaient comparé la DER mesurée à celle prédite par les équations de Harris-Benedict chez des femmes obèses et Lawrence (1988) la DER mesurée à celle prédite par les équations de la FAO chez des femmes gambiennes de milieu rural. Cet auteur montre une sous-estimation de la DER par les équations de la FAO de 7,1% ($p=0,001$) ce qui est à l'opposé de nos résultats. Le niveau socio-économique des sujets de Lawrence et al. (1988) était faible et elles étaient exposées à des travaux agricoles exigeants suivant les saisons. A l'opposé, les sujets de notre étude vivaient dans un milieu urbain et étaient sédentaires. Ce dernier facteur

pourrait expliquer la différence de résultats entre la présente étude et celle de Lawrence et al. Plusieurs études ont, en effet, montré que l'activité physique augmente la DER en augmentant la masse maigre, masse métaboliquement active. On pouvait donc s'attendre à ce que cet auteur note une DER mesurée supérieure à la nôtre pour les sujets africains.

Les équations de Harris-Benedict et de la FAO semblent s'éloigner davantage de la DER mesurée des sujets africains que celle des sujets des deux autres ethnies, bien que la surestimation ne soit pas statistiquement différente entre les ethnies (différence entre la DER mesurée et calculée par l'équation de Harris-Benedict $p=0,641$ et différence entre la DER mesurée et calculée par l'équation de la FAO $p=0,360$). Toutefois, l'analyse de variance appliquée à la différence entre la DER mesurée et la DER estimée ne permet pas de mettre en évidence l'influence de l'ethnie.

Il semble que ni l'équation de Harris-Benedict ni celle de la FAO ne peuvent estimer avec précision la DER des jeunes femmes appartenant aux trois ethnies de notre étude; par contre, elles surestiment significativement la DER de tous nos sujets avec un biais constant entre les trois groupes.

4. Relation entre les hormones et la DER chez les trois ethnies

La mesure de diverses hormones reliées au métabolisme énergétique visait à identifier certains facteurs responsables de la modulation de la DER chez les ethnies étudiées. L'absence de différence de DER entre les trois groupes à l'étude laisse entrevoir le peu de variation de ces paramètres entre les groupes et leur influence minime sur la DER de nos groupes de sujets.

4-1. Hormones thyroïdiennes.

Plusieurs études ont montré que les hormones thyroïdiennes jouent un rôle dans la régulation de la DER. Des études effectuées chez des patients hypothyroïdiens et hyperthyroïdiens montrent une relation positive entre ces paramètres (chapitre II, section 4-3). Astrup et al. (1992), Stenlof et al. (1993) et Svendsen et al. (1993) ont montré également que la T3 influence la DER chez des sujets euthyroïdiens.

Nos résultats montrent que le taux de T3 est différent entre les ethnies à l'étude. Cette différence se situe entre les sujets d'origine africaine et caucasienne (Test de Tuckey, $p = 0,033$). Les moyennes sont $4,84 \pm 0,49$ pmol/L pour les Africaines et $4,12$

$\pm 0,65$ pmol/L pour les Caucasiennes. Toutefois, deux sujets caucasiens avaient des taux de T3 légèrement inférieurs aux valeurs de référence. En excluant ces valeurs, la moyenne ramenée à $4,27 \pm 0,58$; le test de Tuckey n'est alors plus significatif ($p=0,087$). La différence entre les groupes semblerait plutôt due à des cas d'exception qu'au facteur ethnique.

Les paramètres mesurés dans études reliant les hormones thyroïdiennes et la DER (Astrup et al., 1992; Stenlof et al., 1993 et Svendsen et al., 1993) étaient la T3 totale, l'indice de T3 libre et lorsque la T3 libre était mesurée, elle était présentée sous forme de T3 libre/ T3 totaux. Il est difficile de comparer ces études à la nôtre où seule la T3 libre a été mesurée. Stenlof et al. (1993) et Svendsen et al. (1993) ont montré une faible corrélation positive entre la T3 totale et la DER (respectivement $r = 0,42$; $p = 0,001$ et $r = 0,17$; $p = 0,057$) et Stenlof et al. (1993) ont montré une corrélation négative entre le ratio T3 libre/T3 totale et la DER ($r = -0,50$; $p = 0,001$). Dans les limites des valeurs mesurées dans la présente étude, nous n'avons pu observer une corrélation entre la T3 et la DER mais selon nos résultats, la forme libre ne serait pas le paramètre le plus approprié pour montrer cette relation.

Bien que reliées au métabolisme thyroïdien, la T4 et la TSH n'ont pas fait l'objet d'études en relation avec la DER. Nous constatons, dans notre étude, que ces deux hormones ne sont pas significativement corrélées à la DER absolue et relative à la masse maigre.

4-2. Hormones sexuelles.

Selon des données déjà publiées, la DER semble varier selon les phases du cycle menstruel (chapitre II, section 4-4). Plusieurs auteurs montrent une différence d'environ 10% entre les phases lutéale et folliculaire (Bisbee et al., 1989; Meijer et al., 1992; Solomon et al., 1982 et Webb, 1986). Les hormones sexuelles varient durant le cycle menstruel et semblent être les responsables du changement de DER. Celles-ci joueraient plutôt un rôle indirect en stimulant la production de chaleur ou en influençant la concentration sérique d'un transporteur de T3-T4 (chapitre II, section 4-3).

Adlercreutz et al. (1994), Key et al. (1990) et Shimizu et al. (1990) ont montré une différence importante du taux d'oestradiol entre des sujets asiatiques et caucasiens pendant les différentes périodes du cycle menstruel. Les femmes caucasiennes avaient

un taux d'oestradiol de 36 à 171% plus élevé que celui des femmes asiatiques. Par contre, cette différence disparaissait lorsque le taux d'hormones était ajusté à l'âge (Probst-Hensch et al., 2000) et à l'IMC (Adlercreutz et al., 1994). Dans l'étude de Key et al. (1990) plus les sujets étaient âgés, plus la différence du taux d'oestradiol était importante entre les deux ethnies (36,9% chez les sujets âgés de 35 à 44 ans et 171 % chez les sujets âgés de 55 à 64 ans). Il est important de noter que les plus jeunes sujets des études mentionnées ci-dessus étaient âgés de 35 ans. Les sujets de la présente étude avaient entre 20 et 26 ans. En extrapolant les résultats de Key et al. (1973), on peut penser que plus les sujets sont jeunes, moindre est la différence d'oestradiol entre les Asiatiques et les Caucasiennes. Les résultats de notre étude confirment cette extrapolation; non seulement la différence des taux d'oestradiol entre les sujets asiatiques et caucasiennes de notre étude était inférieure à 36% (différence entre les sujets âgés de 35 à 44 ans) mais cette différence n'était pas significative.

Une étude portant sur des adolescentes africaines et caucasiennes (Richards et al., 1992) n'a pu montrer de différences entre les deux groupes lorsque les taux d'oestradiol sont ajustés aux étapes de Tanner (quatre étapes distinctes de la transformation physique à l'adolescence). Notre étude va dans ce sens et ne peut montrer de différence des taux d'oestradiol entre les sujets africains et caucasiens. Il semble que chez les jeunes filles et les jeunes femmes, l'ethnie ne soit pas un facteur d'influence sur le taux d'oestradiol.

Les différences des taux d'oestradiol entre les ethnies ont été étudiées par plusieurs chercheurs, ce qui n'est pas le cas pour la progestérone. Nous n'avons pu trouver d'études comparant la progestérone entre les ethnies faisant l'objet de cette étude. Notre étude montre une différence significative de progestérone entre les sujets africains et caucasiens (respectivement $1,81 \pm 0,75$ et $3,33 \pm 1,53$ nmol/L; $p=0,051$). Lorsque trois des treize Caucasiennes ayant des taux de progestérone plus élevés que les valeurs de référence ont été exclues des calculs, la différence n'est plus significative ($p=0,214$) mais reste tout de même importante (moyenne recalculée des sujets caucasiens $2,77 \pm 1,22$ nmol/L). Il est intéressant de remarquer que la moyenne de progestérone les Asiatiques est semblable à celui des Africaines ($1,86 \pm 1,24$ nmol/L) alors que les valeurs de progestérone moyenne sont aussi démarquées chez les Caucasiennes. Une

tendance à des taux plus élevés chez les Caucasiens semble exister mais une étude à plus grande échelle serait nécessaire pour conclure à des taux de progestérone supérieurs chez les Caucasiennes comparé à celui des Africaines et des Asiatiques.

Bien que selon les études publiées, les hormones sexuelles semblent influencer la DER, notre étude ne montre pas de corrélations entre les faibles valeurs d'oestradiol ou celles de la progestérone et la DER absolue ou relative à la masse maigre. Cette observation est probablement liée au fait que les mesures de DER ont été prises exclusivement dans la phase folliculaire avancée du cycle menstruel ce qui limite la variabilité des taux hormonaux. Nos résultats suggèrent donc qu'à l'intérieur d'une période spécifique du cycle menstruel, la phase folliculaire avancée, les hormones sexuelles influencent peu la DER.

4-3. Insuline et glucose sanguin

L'insuline peut être considérée comme une hormone thermogénique car elle contrôle le métabolisme des différents macronutriments dans l'organisme: oxydation et stockage du glucose, et augmentation de la lipogénèse et synthèse de protéines entre autres (Danfort, 1983).

Plusieurs études ont comparé les taux de base d'insuline et de glucose entre des sujets africains et caucasiens. Arslanian (1998), Gower et al. (1998) et Wong et al. (1999) ont noté un taux d'insuline significativement supérieur chez des enfants africains comparé à celui d'enfants caucasiens alors qu'aucune différence entre le taux de glucose d'enfants africains et caucasiens n'a pu être mise en évidence (Arslanian, 1998).

Lorsque les auteurs ont comparé des sujets africains et caucasiens adolescents ou adultes, ils n'ont noté aucune différences de taux d'insuline et de glucose entre les ethnies (Aloia et al., 1998; Arslanian, 1998 et Kitabchi et al., 1999). La présente étude est en accord avec les études antérieures et ne peut montrer de différence des taux d'insuline et de glucose entre les sujets africains et caucasiens.

Aucune étude comparant les valeurs de glycémie et d'insulinémie de sujets asiatiques et caucasiens n'a été répertoriée mais l'absence de différence entre les valeurs mesurées chez les Caucasiens et les Africains suggère un faible impact de l'ethnie, dont l'origine asiatique, sur ces paramètres.

Astrup et al. (1992) et Bernstein et al. (1983) ont montré une corrélation positive entre l'insuline et la DER chez des femmes obèses ($r = 0,254$; $p < 0,01$) et entre l'insuline et la DES chez des femmes préménopausées ($r = 0,55$; $p < 0,0001$). Bien que ces corrélations soient significatives elles demeurent faibles et la population étudiée était différente de celle de notre étude constituée de sujets jeunes et en santé.

5. Température corporelle.

La température corporelle n'est pas clairement un facteur d'influence de la DER mais plutôt un indicateur de celle-ci. Selon les études publiées, elle serait positivement reliée à la DER (chapitre II, section 4-2.).

Les moyennes des températures corporelles des sujets des trois ethnies à l'étude sont identiques les unes aux autres. Une seule étude comparant la température corporelle des Asiatiques et des Caucasiens a été répertoriée. Moore et al. (1999) ont comparé la température intra-orale (dans l'incisive et la prémolaire) de sujets asiatiques et caucasiens durant 24 heures. Les auteurs remarquent que la distribution de températures mesurées sur 24 heures était différente entre les sujets asiatiques et caucasiens et ils concluent qu'il existe des différences ethnique du cycle quotidien de la température corporelle. Les auteurs n'ont pas comparé des mesures ponctuelles ou la moyenne des distributions de chaque groupe. Il est impossible de se prononcer sur l'hypothèse d'une différence de température entre les ethnies de façon générale. Par contre, nous observons qu'il n'y a pas de différence de température matinale entre les trois ethnies basée sur une unique prise de température.

Rising et al. ont montré, en 1992, une corrélation entre la température corporelle et la DES (dépense énergétique de sommeil) ($r = 0,80$; $p < 0,0001$) et la dépense énergétique de 24h ($r = 0,48$; $p < 0,02$) ajustées au poids, à la composition corporelle et à l'âge. En 1995, les mêmes auteurs n'ont pu reproduire cette observation. Ils peuvent difficilement expliquer ces nouveaux résultats et les justifient par une méthode différente de prise de température (par sonde intra-abdominale). Notre étude confirme les résultats les plus récents et ne permet pas de montrer de corrélation entre la température corporelle et la DER. Le fait que la température, autant que les facteurs associés (glucose, insuline) ainsi que la DER soient très homogènes chez tous les groupes peut être relié à l'absence d'association entre ces paramètres et la DER.

VII. Discussion générale.

Le but de ce projet était d'étudier la disparité de la dépense énergétique de repos (DER), mesurée par calorimétrie indirecte et certains facteurs d'influence chez des femmes de différentes ethnies vivant dans un même environnement. La présente étude visait également à vérifier s'il était adéquat d'utiliser les mêmes équations théoriques (formules d'Harris-Benedict et équations de la FAO (1985)), qui estiment la DER, pour différentes ethnies, lors d'interventions nutritionnelles.

Pour ce faire, nous avons cherché à former des groupes ethniques les plus homogènes possibles ce qui nous a contraint à imposer les critères de sélection stricts. Ces conditions ont toutefois limité le recrutement des sujets. Nous avons recruté 28 sujets alors que la méthodologie exigeait 45 sujets. Un échantillon plus grand aurait permis des analyses statistiques plus puissantes; les résultats obtenus auraient peut-être été différents et certainement plus solides.

Chez les sujets étudiés et avec la méthodologie disponible, nos résultats ne montrent aucune différence de DER absolue et par kg de poids corporel entre les trois groupes étudiés. Ceci remet en cause l'hypothèse de départ voulant que les femmes caucasiennes aient une DER absolue et exprimée en kg de poids corporel significativement supérieure à celles des femmes d'origine africaine et asiatique.

Par contre, nous notons une différence de DER par kg de masse maigre entre les sujets asiatiques et caucasiens. Cette différence pourrait s'expliquer par une composition corporelle différente entre les sujets caucasiens et asiatiques. Ces derniers avaient une masse maigre plus faible que celle des Caucasiennes alors que la DER était semblable pour les deux groupes. Cela nous amène à émettre l'hypothèse que la masse maigre de nos sujets asiatiques est métaboliquement plus active que celles des Caucasiennes. La différence de DER exprimée en kg de masse maigre entre les sujets asiatiques et caucasiens pourrait être due à une différence de la teneur et de la nature de la masse maigre pour un poids corporel donné entre les sujets asiatiques et caucasiens.

Selon nos résultats, il n'y aurait donc pas de raison de différencier des sujets selon leur ethnie lorsque la DER est mesurée à condition que les sujets soient

comparables entre eux par des variables anthropométriques simples (poids, taille). Conformément à la recommandation de Lawrence et al. (1988), l'expression de la DER relativement à la masse maigre pourrait entraîner un biais pour les ethnies présentant une masse maigre de composition variable.

La mesure de diverses hormones reliées au métabolisme énergétique visait à identifier certains facteurs responsables de la modulation de la DER chez les ethnies étudiées. La similitude de DER observée dans la présente étude explique le manque d'effets démontrés par ces facteurs explicatifs.

Bien que le changement des méthodes de mesure des taux d'hormones au cours de l'étude ait nécessité la pondération des résultats ce qui a entraîné une perte de précision des valeurs de ces paramètres, la température corporelle, les taux d'hormones sexuelles et thyroïdiennes directement associées au métabolisme de base se sont révélées très semblables entre les ethnies et n'ont pu expliquer partiellement la différence de DER observée entre les sujets. Puisque ni la DER, ni les facteurs explicatifs ne varient entre les ethnies, on pouvait s'attendre à l'absence d'influence de ces facteurs sur la DER.

Selon notre étude, les équations de Harris-Benedict et de la FAO surestiment la DER chez les trois groupes étudiés. Plusieurs chercheurs avaient déjà observé un écart entre la DER mesurée et celle estimée par l'équation de Harris-Benedict (chapitre II, section 5-1-2 et 5-2-2). Notre étude confirme que la DER estimée n'est pas différente entre les groupes et que ces écarts sont similaires chez les trois groupes. Par contre, la DER estimée par l'équation de la FAO est significativement différente entre nos sujets d'origine asiatique et africaine et tend également à différer entre nos sujets d'origine asiatique et caucasienne. Ces différences sont liées à une différence de poids importante quoique non significative entre les groupes puisque le poids est le seul paramètre retenu dans l'équation de la FAO pour une catégorie d'âge et pour un sexe donnés.

Les équations permettant d'estimer la DER des sujets de la présente étude sont couramment utilisées en Amérique du nord. Les équations de Harris-Benedict demeurent la norme lors d'interventions nutritionnelles en milieu clinique alors que les équations de

la FAO sont utilisées en santé publique. Notre étude suggère que la DER estimée par ces équations présente un biais similaire pour les trois ethnies et que ces équations peuvent s'appliquer aux sujets des trois ethnies étudiées. Il y a lieu toutefois porter attention aux groupes de sujets de poids extrêmes lors de l'estimation de la DER par les équations de la FAO car la présente étude montre ce paramètre peut affecter la précision de manière significative.

VIII. Conclusion

Chez les sujets étudiés et avec la méthodologie disponible, la présente étude ne peut montrer de différence de DER absolue et par kg de poids corporel entre les trois groupes étudiés soit les Africaines, les Asiatiques et les Caucasiennes. Par contre, une différence de DER par kg de masse maigre est significative entre les femmes asiatiques et caucasiennes. Ceci serait dû à une différence de composition corporelle, les Asiatiques ayant une masse maigre inférieure et une masse maigre grasse supérieure aux Africaines et aux Caucasiennes pour un IMC égal. Cette observation nous mène à l'hypothèse que la masse maigre de nos sujets asiatiques est métaboliquement plus active que celles des Caucasiennes. Toutefois, nous ne pouvons pas supporter l'hypothèse de départ voulant que l'ethnie soit un facteur d'influence de la DER.

De plus, du fait d'une similitude de la DER entre les ethnies, nous n'avons pas pu identifier les facteurs responsables de la modulation de la DER parmi les paramètres étudiés, soit les taux d'hormones sexuelles et thyroïdiennes, l'insuline, le glucose sanguin et la température corporelle.

Bien que la présente étude montre une surestimation de la DER estimée par les équations de Harris-Benedict et de la FAO chez tous nos sujets, la surestimation est similaire entre les trois ethnies. Ceci nous permet de conclure qu'il est alors possible d'utiliser ces équations en clinique pour des patients indépendamment de leur origine ethnique en tenant compte du biais observé par la présente étude ainsi que par de nombreuses publications scientifiques. Toutefois, une attention particulière devrait être apportée aux sujets de poids extrêmes lors de l'estimation de la DER par les équations de la FAO.

Ces conclusions devront être confirmées par des études complémentaires qui porteraient sur un nombre supérieur de sujets.

Bibliographie

- A-adsani H, Hoffer LJ, Silva JE. Resting energy expenditure is sensitive to small dose changes in patients on chronic thyroid hormone replacement. *J Clin Endo and Met*; 1997; 82: 1118-25.
- Adlercreutz H, Gorbach SL, Goldin BR, Woods MN, Dwyer JT, Hämäläinen E. Estrogen and excretion in Oriental and Caucasian women. *J Natl Cancer Inst* 1994; 86:1076-82.
- Aloia JF, Mikhail M, Pagan CD, Arunacha-Lam A, Yeh JK, Flaster E. Biochemical and Hormonal variables in black and white women matched for age and weight. *J Lab Clin Med* 1998; 132:382-9.
- Arslanian S. Insulin secretion and sensitivity in Healthy African-American vs American White Children. *Clin Pediatr* 1998; 37:81-8.
- Astrup A, Bueman B, Christensen NJ, Madsen J, Gluud C, Bennett P, Sventrup B. The contribution of body composition, substrates and hormones to variability in energy expenditure and substrate utilization in premenopausal women. *J Clin Endocrinol and Metab* 1992; 74: 279-86.
- Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmond AM, Pierson RN, Pi-Sunyer FX, Van Itallie TB. Prediction of the RMR in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1983; 37:595-602.
- Bisdee BT, James WP, Shaw MA. Changes in energy expenditure during menstrual cycle. *Br J Nutr* 1989; 61: 187-99.
- Black AE, Goldberg GR, Jebb SA et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 2. Evaluating the results of published surveys. *Eur J Clin Nut* 1991; 45: 53-599.
- Black AE, Cole TJ. Biased over- or under- reporting is characteristic of individuals whether over time or by different assessment methods. *J Am Diet Assoc*. 2001; 101: 70-80.
- Bland M, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet* 1986 (feb 8); 307-310.

- Bogardus C, Lillioja S, Ravussin E, Abbott W, Zawadzki JK, Young A, Knowler WC, Jacobowitz R and Moll P. Familial dependence of the resting metabolic rate. *N Engl J Med* 1986; 315: 96-100.
- Bouchard C. Genetic of obesity. Ed Claude Bouchard. Boca Raton CRC press. 1994.
- Bouchard C, Tremblay A. Genetic influences on the response of body fat and fat distribution to positive and negative energy balances in human identical twins. *J Nutr* 1997; 127 (suppl 1): 943S-47S.
- Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH. The effects of aerobic fitness on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 795-801.
- Bullough RC, Gillette CA, Harris MA, Melby CL. Interaction of acute changes in exercise energy expenditure and energy intake on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 473-81.
- Burke CM, Bullough RC, Melby CL. Resting metabolic rate and post-prandial thermogenesis by level of aerobic fitness in young women. *Eur J Clin Nut* 1993; 47: 575-85.
- Bustin F, Pestieau SR, Paquot N, Scheen AJ, Lefebvre PJ. La dépense énergétique chez l'homme. *Rev Med de Liège* 1997; 52(2):101-4.
- Byrne NM, Weinsier RL, Hunter GR, Desmond R, Patterson MA, Darnell BE, Zuckerman PA. Influence of distribution of lean body mass on resting metabolic rate after weight loss and weight regain: comparison of responses in white and black women. *Am J Clin Nut* 2003; 77: 1368-73.
- Carpenter WH, Fonong T, Toth MJ, Ades PA, Calles-Escandon J, Walston JD, Poehlman ET. Total daily energy expenditure in free-living old African-Americans and Caucasians. *Am J Physiol* 1998; 274 (1 Pt 1): E96-101.
- Case KO, Brahler CJ, Heiss C. Resting energy expenditures in asian women measured by indirect calorimetry are lower than expenditures calculated from prediction equations. *J Am Diet Assoc.* 1997; 97: 1288-92.
- Chagnon Descelles D, Gélinas MD, Lavallée Côté L. et coll. *Manuel de nutrition clinique. Ordre Professionnel des Diététistes du Québec* 3 édition. Montréal. 1997. Chap 6.4.

- Chagnon Descelles D, Gélinas MD, Lavallée Côté L. et coll. *Manuel de nutrition clinique. Ordre Professionnel des Diététistes du Québec* 3 édition. Montréal. 1997. Annexe E.
- Chittwood LF, Brown SP, Lundy MJ, Dupper MA. Metabolic propensity toward obesity in black vs white females: responses during rest, exercise and recovery. *Int J of Ob* 1996; 20: 455- 62.
- Clark D, Tomas F, Whithers RT, Brinkman M, Chandler C, Phillips J, Ballard FJ, Berry MN, Nestel P. Differences in energy metabolism between normal weight « large eating » and « small eating » women. *British J Nut* 1992; 68: 31-44.
- Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nut* 1980; 33: 2372-4.
- Cunningham JJ. Calculation of energy expenditure from indirect calorimetry: assessment of the Weir equation. *Nutrition* 1990; 6 (3): 222-3.
- Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr*. 1991; 54:213-9.
- Curtis V, Henry CJK, Ghossein-Choueiri A. Basal metabolic rate of women on the contraceptive pill. *Eur J Clin Nut* 1996; 50 (5): 319-22.
- Daly JM, Heymsfield SB, Head CA, Harvey LP, Nixon DW, Katzeff H, Grossman GD. Human energy requirements: overestimation by widely used prediction equation. *Am J Clin Nutr* 1985; 42: 1170-4.
- Danfort EJR. The role of thyroid hormones and insulin in the regulation of energy metabolism. *Am J Clin Nutr* 1983; 38:1006-17.
- De Boer JO, van Es AJH, Voorrips IE, Blokstra F, Vogt JE. Energy Metabolism and Requirements in different ethnic groups 1988; 42: 983-97.
- Division de la recherche en nutrition et division de la biostatistique et des applications informatiques. Direction des Aliments. Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritionnels. 1997.
- Dolezal BA, Poteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol* 1998; 85 (2) 695-700.

- Elia M. Energy expenditure in the whole body. in Energy Metabolism: Tissue Determinants and Cellular Corollaries. Ed Kinney JM and Tucker HN, Raven Press Ltd, New York. 1992a, pp19-59.
- Elia M. Organ and tissue contribution to metabolic rate in Energy Metabolism: Tissue Determinants and Cellular Corollaries. Ed Kinney JM and Tucker HN, Raven Press Ltd, New York. 1992b, pp61-78.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Technical Report Series No 724. Geneva: WHO, 1985.
- Fisher DA. Physiological variations in thyroid hormones: physiological and pathological considerations. Clinical chemistry 1996; 42(1):135-9.
- Fontaine E, Savard R, Tremblay A, Despres JP, Poehlman E, Bouchard C. Resting metabolic rate in monozygotic and dizygotic twins. Acta geneticae medicae and gemellogiae 1985;34(1-2):41-7.
- Fontvieille AM, Lillioja S, Ferraro RT, Schulz LO, Rising R, Ravussin E. Twenty-four-hour energy expenditure in Pima Indians with type II (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. Diabetologia 1992; 35:753-9.
- Forman JN, Miller Wc, Szymanski LM, Fernhall B. Differences in resting metabolic rates of inactive obese African American and Caucasian women. Int J Obes 1998; 22: 215-21.
- Fransilla-Kallunki A, Groop L. Factors associated with Basal Metabolic Rate in patient with type II (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. Diabetologia 1992; 35:962-6.
- Freet HC, Oppenheimer JH. Thermogenesis and thyroid function. Ann Rev Nutr. 1995; 15: 263-91.
- Gannon B, DiPietro L, Poehlman ET. Do African Americans have lower energy expenditure than Caucasians? Int J Ob 2000; 24: 4-13.
- Garby L, Lammert O. Between-subjects variation in energy expenditure: estimation of the effect of variation in organ size. Eur J Clin Nutr 1994; 48: 376-8.
- Garrel DR, Jobin N, De Jonge HM. Should we still use the Harris and Benedict equations. Nutr Clin Prac 1996; 11:99-103.

- Geissler CA, Aldouri MS. Racial differences in the energy cost of standardised activities. *Ann Nutr Metab* 1985; 29:40-47.
- Goodman MJ, Bulbrook RD, Moore JW. The distribution of estradiol in the Sera of normal Caucasian, Filipina, Hawaiian and Japanese women living in Hawaii. *Eur J Clin Oncol* 1988; 24(12):1855-60.
- Goran MI. Energy metabolism and obesity. *Med Clin of N Am* 2000; 84 (2):347-62.
- Gower BA, Nagy TR, Trowbridge CA, Dezenberg C, Goran MI. Fat distribution and insulin response in prepubertal African American and white children. *Am J Clin Nutr* 1998; 67:821-7.
- Gurrici S, Hartriyanti Y, Hautvast JGAJ, Deurenberg P. Relationship between body fat and body mass index: differences between Indonesians and Dutch Caucasians. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52: 779-83.
- Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in men. Publication No. 279 of the Carnegie Institute of Washington, 1919.
- Hayter JE, Henry CKJ. Basal metabolic rate in human subjects migrating between tropical and temperate regions: a longitudinal study and review of previous work. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47: 724-34.
- Hayter JE, Henry CJK Basal metabolic rate in human subjects migrating between tropical temperate regions: a longitudinal study and review of previous work. *Eur J Clin Nutr* 1994; 47: 724-34.
- Henry CJK, Pigott S, Emery B. Basal metabolic rate and diet-induced thermogenesis in asians living in Britain. *Human Nut: Clin Nut* 1987; 41C:397-402.
- Henry CJK, Rees DG. A preliminary analysis of basal metabolic rate and race. in *Comparative nutrition*, eds K Blaxter & I MacDonald: 149-59. London: John Libby. 1988.
- Henry CJK, Rees DG. New predictive equations for estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr* 1991; 45: 177-85.
- Henry CJK. Mechanisms of changes in basal metabolism during ageing. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54, Suppl 3, S77-S91.

- Heyward VH. Evaluation of body composition. Sports Med. 1996; 22:146-56. Heyward VH & Stolarczyk LM. Applied body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996.
- Hill F, Wynder EL, Helman P, Hickman R, Rona G, Kuno K. Plasma Hormones Levels in Different ethnic populations of women. Cancer Research 1976; 36:2297-2301.
- Houde-Nadeau M, de Jonge L, Garrel DR. Thermogenic response to food: intra-individual variability and measurement reliability. J of Am Coll of Nut 1993; 12(5): 511-6.
- Hunter GR, Weinsier RL, Darnell BE, Zuckerman PA, Goran MI. Racial differences in energy expenditure and aerobic fitness in premenopausal women. Am J Clin Nutr 2000; 71:500-6.
- Institute of Medicine and Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty acids, Cholesterol, Protein, and amino acids. National Academy of Sciences, Washington D.C. 2002. Pre-publication copy.
- Isbell TR, Robert MS, Klesges C, Meyers AW, Klesges LM. Measurement reliability and reactivity using repeated measurements of resting energy expenditure with a face mask, mouthpiece and ventilated canopy. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition 1991; 15:165-8.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc 1980; 12:175-82.
- James WPT, Schofield EC. Human energy requirements. A manual for planners and Nutritionists. Oxford University Press. New-York, 1989.
- Janski L. Humoral thermogenesis and its role in maintaining energy balance. Physiological reviews 1995; 75 (2): 237-59.
- Johansen K, Molholm Hansen J, Skovsted L. The preferential role of triiodothyronine in the regulation of basal metabolic rate in hyper- and hypothyroidism. Acta Med Scand 1978; 204: 357-9.

- Kashiwazaki H. Seasonal fluctuation of BMR in population not exposed to limitations in food availability: reality or illusion ? *Eur J Clin Nutr* 1990; 44 suppl 1: 85-93.
- Key TJA, Chen J, Wang DY, Pike MC, Boreman J. Sex hormones in women in rural China and in Britain. *Br J Cancer* 1990; 62: 631-6.
- Keys A, Taylor HL, Grande F. Basal Metabolism and age of adult man. *Met* 1973; 22: 579-87.
- Kitabchi AE, Imseis RE, Bush AJ, Williams-Cleaves B, Pourmotabbed G. Racial Differences in the correlation between gonadal androgens and serum insulin levels. *Diabetes Care* 1999; 22: 1524-9.
- Kolka MA, Stephenson LA. Resetting the thermoregulatory set-point by endogenous estradiol or progesterone in women. *Ann NY Ac Sc* 2000: 204-6.
- Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J of Am coll Nut* 1992; 11(2): 199-209.
- Kushner RF, Racette SB, Neil K, Schoeller DA. Measurement of physical activity among black and white obese women. 1995; 3 (suppl 2): 261s-5s.
- Lanham DA, Stead MA, Tsang K, Davies PWS. The prediction of body composition in Chinese Australian females. *Inter J of Obesity*. 2001; 25: 286-91.
- Lawrence M, Thongprasert K, Durnin JVGA. Between-group differences in basal metabolic rates: an analysis of data collected in Scotland, the Gambia and Thailand. *Eur J Clin Nutr* 1988; 42: 877-891.
- Leung R, Woo J, Chan, Tang N. Validation of prediction equations for basal metabolic rate in Chinese subjects. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54: 551-4.
- Li ET, Tsang LB, Lui SS. Resting metabolic rate and thermic effects of a sucrose-sweetened soft drink during menstrual cycle in young Chinese women. *Can J Physiol Pharmacol* 1999; 77:544-50.
- Liu HY, Lu YF, Chen WJ. Predictive equations for basal metabolic rate in Chinese adults: a cross-validation study. *J Am Diet Assoc* 1995; 95: 1403-8.
- Lohman TG. Skinfold and body density and their relationship to body fatness: a review. *Human Biology* 1981; 53: 181-225.

- Matarese LE. Indirect calorimetry: Technical aspects. J Am Diet Assoc 1997; 97 (suppl 2): S154-S160.
- McNeil G. Energy intake and expenditure. In Garrow JS, James WPT, Ralph A. Human Nutrition and dietetic. Ed Churchill Livingstone Tenth edition. London 2000. pp25-37.
- Meijer GAL, Westerterp KR, Saris WHM, ten Hoor F. Sleeping metabolic rate in relation to body composition and the menstrual cycle 1992; 55: 637-40.
- Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. Am J Clin Nutr 1990; 51: 241-7.
- Minghelli G, Schutz Y, Charbonnier A, Whitehead R, Jequier E. Twenty-four-hour energy expenditure and basal metabolic rate measured in a whole-body indirect calorimeter in Gambian men. Am J Clin Nutr 1990; 51: 563-70.
- Moore RJ, Watts JTF, Hood JAA, Burritt DJ. Intra-oral temperature variation over 24 hours. Eur J of Orthodontics 1999; 21:249-61.
- Morrison JA, Alfaro MP, Khoury P, Thornton BB, Daniels SR. Determinants of resting energy expenditure in young black girls and young white girls. J Pediatr 1996; 129: 637-42.
- Nagamine S, Suzuki S. Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. Hum Bio 1964; 36: 8-15.
- Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T, Maeda K. Validation of body composition assessed by bioelectrical impedance analysis. Jap J of Appl Physio 1990; 20: 321-30.
- Napoli R, Horton ES. Energy Requirements. In *Present Knowledge in nutrition* seventh edition. Ed Ziegler EE and Filler JR LJ. ILSI Press, Washington DC.1996. pp1-6
- Ortiz O, Russel M, Daley TL, Baumgartner RN, Waki M, Lichtman S, Wang J, Pierson RN, Heymsfield SB. Differences in skeletal muscle and bone mineral mass between black and white females and their relevance to estimates of body composition. Am J Clin Nutr. 1992; 55: 8-13.

- Owen OE, Holup JL, D'alessio DA, Craig ES, Polansky M, Smalley KJ, Kavle EC, Bushman MC, Owen LR, Mozzoli MA, Kendrick ZV, Boden GH: A reappraisal of caloric requirements of men. *Am J Clin Nutr.* 1987; 46: 875-85.
- Owen OE, Kavle E, Owen R, Polansky M, Caprio S, Mozzoli MA, Kendrick Z, Bushman MC, Boden G. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr.* 1986; 44:1-19.
- Perkins KA. Metabolic effects of cigarette smoking. *J Appl Physio* 1992; 72(2): 401-9.
- Piers LS, Soares MJ, Makan T, Shetty S. Thermic effect of a meal 1. Methodology and variation in normal young adults. *Br J of Nut* 1992; 67: 165-75.
- Piers LS, Shetty PS. Basal metabolic rates of Indian women. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47: 586-91.
- Piers LS, Rijkskamp J, van Raaij JMA, Shetty PS, Hautvast JGAJ. Resting metabolic rate and thermic effect of a meal in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in well-nourished Indian women. *Am J Clin Nutr.* 1995; 61: 296-302.
- Probst-Hensch NM, Pike MC, McKean-Cowdin R, Stanczyk FZ, Kolonel LN, Henderson BE. Ethnic differences in post-menopausal plasma oestrogens levels: high estrone levels in Japanese-Americans women despite low weight. *Brit J Cancer.* 2000; 82(11): 1867-80.
- Ravussin E, Burnand B, Schutz Y, Jequier E. Twenty-four -hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects. *Am J Clin Nutr* 1982; 35: 566-73.
- Ravussin E, Bogardus C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nut* 1989; 49: 968-75.
- Reeves SL, Henry CJ. Dietary change, energy balance and body weight regulation among migrating students. *Int J Food Sc and Nutr.* 2000; 51: 429-38.
- Richards RJ, Svec F, Bao W, Srinivasan SR, Berenson GS. Steroid hormones during puberty. Racial (black and white) differences in androstenedione and estradiol. The Bogalusa Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75:25-31.

- Rising R, Keys A, Ravussin E, Bogardus C. Concomitant interindividual variation in body temperature and metabolic rate. *Am J Physiol* 1992; 263: E730-4.
- Rising R, Fontvieille AM, Larson DE, Spraul M, Bogardus C, Ravussin E. Racial difference in body core temperature between Pima Indian and Caucasian men. *Int J Obesity* 1995; 19:1-5.
- Rush EC, Plank LD et Robinson SM. Resting metabolic rate in young Polynesian and Caucasian women. *Int J Obes.* 1997; 21: 1071-5.
- Schoeller DA. How accurate is self-reported dietary energy intake? *Nutrition Reviews* 1990; 48(10):373-9.
- Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39C, suppl.1: 5-41.
- Schultz LO, Nyomba BL, Alger S, Anderson TE, Ravussin E. Effect of endurance training on sedentary energy expenditure measured in respiratory chamber. *Am J Physiol* 1991; 260: E257-61.
- Schwartz RS, Brunzell JD. Energy balance, storage and transport. In Patton HD, Fuchs AF, Hille B, Scher AM et Steiner R. *Textbook of physiology. Circulation, respiration, body fluids, metabolism, endocrinology.* Ed. WB Saunders Company. 21st edition. Philadelphia.1989. pp.1544-61.
- Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, van Itallie TB, Lean body mass estimation by electrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988; 47:7-14.
- Shetty PS, Soares MJ, James WPT. Body mass index: its relationship to basal metabolic rates and energy requirements. *Eur J Clin Nutr.* 1994; 48 (suppl 3): S28-S38.
- Shetty PS, Henry CJK, Black AE, Prentice AM. Energy requirements in adults: An update on basal metabolic rates (BMRs) and physical activity levels (PALs). *Eur J Clin Nutr* 1996; 50, suppl. 1: S11-S23.
- Shimizu H, Ross RK, Bernstein L, Pike MC, Henderson BE. Serum oestrogen in postmenopausal women: comparison of American whites and Japanese in Japan. *Br J Cancer* 1990; 62: 451-3.

- Sjodin AM, Forslund AH, Westerterp KR, Anderson AB, Forslund JM, Hambraeus LM. The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports and Exerc.* 1995; 28 (1): 85-91.
- Smith DA, Dollman J, Withers RT, Brinkman M, Keeses JP, Clark DG. Relationship between maximum aerobic power and resting metabolic rate in young adult women. *J Appl Physiol* 1997; 82(1):156-63.
- Soares MJ, Shetty PS. Validity of Schofield's predictive equations for basal metabolic rates in Indians. *Indian J Med Res* 1988; 88: 253-60.
- Soares MJ, Francis DG, Shetty PS. Predictive equations for basal metabolic rates of Indian males. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47: 389-94.
- Solomon SJ, Kurzer MS, Calloway DH. Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 611-616.
- Statistiques Canada, <http://www.statcan.ca/daily/francais/980217/q980217.htm>.
- Stenlof K, Sjöström L, Fagerberg B, Nystrom E, Lindstedt G. Thyroid hormones, procollagen III peptide, body composition and basal metabolic rate in euthyroid individuals. *Scand J Lab Invest* 1993; 53: 793-803.
- Stout JR, Eckerson JM, Housh TJ et al. Validity of percent body fat estimations in males. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26 (5): 632-6.
- Sun M, Gower BA, Bartolucci AA, Hunter GR, Figueroa-Colon R, Goran MI. A longitudinal study of resting energy expenditure relative to body composition during puberty in African American and White Children. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73:308-15.
- Svendsen OL, Hassager C, Christiansen C. Impact of regional and total composition and hormones on resting energy expenditures in overweight postmenopausal women. *Metabolism* 1993; 42 (12): 1588-91.
- Ulijaszek SJ, Strickland SS. Basal metabolic rate and physique of Gurkha and British soldiers stationed in Britain. *Annals of Human Biology* 1991; 18(3): 245-51.
- Wagner DR, Heyward VH. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1392-402.

- Wang J, Thornton JC, Russell M, Burastero S, Heymsfield S, Pierson RN. Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 23-8.
- Webb P. 24-hour energy expenditure and the menstrual cycle. *Am J Clin Nutr* 1986; 44: 614-9.
- Weinsier RL, Schutz Y, Bracco D. Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 790-4.
- Wetstrate JA. Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis: a methodological reappraisal. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 592-601.
- Weyer C, Snitker S, Bogardus C, Ravussin E. Energy metabolism in African Americans: potential risk factors for obesity. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:13-20.
- WHO. The Asia-Pacific perspective obesity and its treatment. International diabetes institute. Health Communication Australia Pty Ltd. 2000.
- Wilmore JH, Stanford PR, Hudspeth LA, Gagnon J, Warwick Daw E, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C. Alteration in resting metabolic rate as a consequence of twenty week of endurance training: the HERITAGE Family Study. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 66-71.
- Wong WW, Copeland KC, Hergenroeder AC, Hill RB, Stuff JE, Ellis KJ. Serum concentrations of insulin, insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor binding proteins are different between white and African American girls. *J Pediatr* 1999; 135:296-300.

Annexe A

Formulaire de consentement



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Étude clinique sur le métabolisme de repos de femmes d'ethnies diverses.

Ariane Dumotier, étudiante à la maîtrise recherche en nutrition
sous la direction de Michèle Houde-Nadeau et Omar Serri,
département de nutrition, Université de Montréal

L'objectif de ce projet de recherche est d'étudier la disparité du métabolisme de repos chez des femmes de différentes ethnies vivant dans un même environnement. Le métabolisme de repos est la dépense énergétique minimale nécessaire pour assurer les fonctions vitales de l'organisme.

Votre participation à cette étude demandera 2 visites au laboratoire :

- 1- Une séance de familiarisation avec le calorimètre (appareil mesurant le métabolisme basal). À ce moment, vous recevrez aussi les explications concernant le journal alimentaire et le questionnaire d'activité physique, que vous devrez compléter pour la visite suivante. La séance durera 45 minutes.
- 2- Une deuxième visite où nous effectuerons les mesures du métabolisme, de la composition corporelle et la prise de sang. Vous devrez vous présenter, entre le 5^{ième} et le 11^{ième} jours suivant le début de vos menstruations, le matin au laboratoire à 8:00 heures, être à jeun depuis au moins douze heures et vous être abstenu d'alcool et d'activités physiques vigoureuses depuis 24 heures.

Le déroulement de la deuxième visite sera comme suit :

Mesure et pesée	5 minutes
Calorimétrie	1 heure
Composition corporelle :	
plis cutanés,	10 minutes
impédance	5 minutes

TOTAL : 1 heure et 20 minutes



DÉCLARATION DE LA PARTICIPANTE

J'ai été informée des objectifs et du déroulement de l'étude.

J'ai lu et bien compris la formule d'informations aux participantes et on a répondu de façon satisfaisante à toutes mes questions concernant cette étude.

Je comprends que les informations qui seront recueillies à mon sujet dans le cadre de ce projet resteront strictement confidentielles et ne seront utilisées qu'à des fins scientifiques. Je consens à la publication des résultats de cette étude pourvu que les données demeurent anonymes et qu'aucune identification ne puisse être faite.

Je participe volontairement à cette étude et je suis entièrement libre de me retirer du projet de recherche en tout temps, et ce pour n'importe quelles raisons, sans subir de conséquences.

Je manifeste ma volonté de participer à cette recherche, en toute connaissance de cause, par ma signature.

Nom de la participante

Signature

date

Nom du témoin

Signature

date

APPROUVÉ, Comité d'éthique de la recherche

CHUM, ce 11/4/01



I. *Mesure du métabolisme de repos par calorimétrie indirecte* : vous aurez la tête dans une bulle de plastique et vous devrez respirer pendant 30 minutes dans un tube relié à un appareil qui mesurera l'oxygène inspiré et le gaz carbonique expiré. Les mesures seront prises après un repos de 30 minutes, en position couchée. Vous devrez être à jeun depuis 12 heures, ne pas avoir consommé d'alcool ni fait d'exercice vigoureux dans les dernières 24 heures et être dans une période précise de votre cycle menstruel. Ces mesures nous permettront de déterminer la quantité d'énergie que vous dépensez au repos. Vous ne ressentirez aucune douleur, seulement un petit désagrément (gorge sèche) attribuable à la respiration dans la bulle.

I. *Évaluation de la composition corporelle* : Votre poids et votre taille seront évalués à l'aide d'instruments bien connus. Ensuite, on estimera votre composition corporelle par deux méthodes :

Les plis cutanés : à l'aide d'une pince (adipomètre) et en soulevant la peau, on mesurera l'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané à certains endroits précis de votre corps. Cela ne cause aucune douleur.

L'impédancemétrie : au moyen de 4 électrodes (à la main et au pied droits), on passera un courant très faible (800 microampères) pendant quelques secondes. La masse maigre étant un meilleur conducteur que la graisse, cette méthode nous permettra d'estimer le pourcentage de graisse, de masse maigre et d'eau. Ceci ne cause aucune douleur.

II. *Dosages plasmatiques* : Une infirmière prélèvera un échantillon de votre sang pour connaître la concentration de certains paramètres sanguins.

III. *Journal alimentaire* : Durant une période de 3 jours, incluant 1 journée de fin de semaine, vous noterez le type et la quantité de tous les aliments consommés le plus précisément possible. Des instructions écrites vous seront remises à ce sujet. Ceci demande quelques minutes de votre temps pendant 3 jours.

IV. *Questionnaire sur l'activité physique* : Lors de la première rencontre, vous aurez à remplir un questionnaire simple sur vos habitudes d'activité physique. Ceci vous prendra environ 10 minutes.

Les instruments de mesures utilisés dans cette étude sont bien connus, ne causent aucune douleur et sont sans effet secondaire.

Cette étude implique de très faibles risques, soit ceux d'une prise de sang effectuée en milieu hospitalier.

Cette étude vous permettra de connaître votre consommation et votre dépense énergétique quotidienne. Une évaluation de votre composition corporelle et de votre alimentation vous sera remise. Tous les résultats des tests effectués pourront vous être communiqués si vous le souhaitez.

Annexe B

Types d'activités du questionnaire d'activités

Types d'activité

repos

très légère:

activités pratiquées assis ou debout, conduire la voiture, peindre, travail de laboratoire, dactylographier, coudre, faire la cuisine, jouer aux cartes, jouer d'un instrument de musique.

légère:

marche sur une surface plane à 2,5-3 mph, mécanique, travail d'électricien, de menuiserie, de la restauration, d'entretien ménager, de garde d'enfants, golf, voile, tennis de table.

modérée:

marche à 3,5-4 mph, labourage, transport de charges, bicyclette, ski de fond, tennis, danse rapide.

lourde:

monter une côte en transportant une charge, abattre des arbres creuser vigoureusement à la main, ballon panier, alpinisme, football, soccer.

Annexe C

Instructions pour le journal alimentaire

INSTRUCTIONS SUR LA TENUE D'UN JOURNAL ALIMENTAIRE

- Veuillez dresser une liste aussi précise que possible de tout ce que vous mangez et buvez (excepté l'eau du robinet) aux repas et entre les repas pendant les trois journées suivantes :

- Indiquez à quel endroit chaque repas est pris (maison, restaurant, etc.)
- Indiquez le plus précisément possible les quantités d'aliments ou de boissons en termes d'unités, de tasses, de portions, de cuillerées à thé, de millilitre (mL) ou de grammes, tel qu'il est suggéré dans ce tableau ci-dessous. Utilisez le système qui vous est le plus familier : onces, millilitres (mL), grammes (g), etc. L'étiquette de l'aliment peut parfois vous renseigner sur les quantités.
- Si vous utilisez des recettes, les annexer.
- Si certains aliments proviennent de l'extérieur de la maison (ex : hamburger McDonalds), veuillez l'indiquer.
- Lors de notre prochaine rencontre, je vérifierai votre journal alimentaire, vous pourrez à ce moment ajouter des renseignements à ce que vous avez écrit, si nécessaire.
- Veuillez lire attentivement les exemples fournis ci-dessous avant de commencer à rédiger votre journal.

Merci de votre coopération !

Merci de votre coopération !

ALIMENTS OU BOISSONS	DESCRIPTION	QUANTITÉ
LAIT ET CRÈME	Sorte de lait: entier, 2% M.G., 1% M.G., écrémé, au chocolat (mode de préparation), etc. Crème: 10% ou 15% M.G. (à café ou de table), 35% M.G. (à fouetter ou fouettée)	Petit verre: 125 mL (4 onces) Moyen verre: 175 mL (6 onces) Grand verre: 250 mL (8 onces) Pour thé, café: 15 ou 30 mL (1 ou 2 c.à soupe)
FROMAGES	Sorte de fromage (ex: cheddar, suisse, brie, etc.) Indiquez s'il y a du fromage dans certains mets composés (ex: pizza)	1 tranche pour sandwich ex: 60 g ou mesurez votre morceau avec une règle (ex: 9 cm X 3 cm X 2 cm)
YOGOURT	Sorte de yogourt (ex: aux pêches), % M.G.	ex: 125 g (4 onces), 175 g (6 onces)
VIANDES ET POISSONS	Sorte de viande ou de poisson (indiquez si en conserve) ainsi que la coupe Mode de préparation et de cuisson (ex: flétan frit dans l'huile de maïs, steak de surlonge de boeuf grillé)	Nombre d'unités (ex: 3 saucisses) ou mesurez avec une règle ou pesez vos portions de viandes ou de poissons cuits ou crus (spécifiez)
OEUFS	Mode de cuisson (ex: oeufs bouillis, omelette cuite dans beurre)	Ex: omelette: 2 oeufs cuits dans 5 mL (1 c. à thé) de beurre
CÉRÉALES	Sorte de céréale et marque de commerce (ex: gruau d'avoine, flocon de maïs, granola)	1 portion moyenne: 250 mL (1 tasse) environ Si vous ajoutez du lait, de la crème ou du sucre, indiquez la quantité ajoutée
PAIN ET CRAQUELINS	Pain: blanc enrichi, français, de blé entier, de seigle (rye), à hamburger, pains bâtons, etc. Craquelins: Ritz, biscuits soda, etc.	Nombre de tranches de pain, de brioches, de craquelins, etc

ALIMENTS ET BOISSONS	DESCRIPTION	QUANTITÉ
BEURRE, MARGARINE, HUILE, MAYONNAISE ET VINAIGRETTE	Indiquez les quantités ajoutées aux aliments. Indiquez la sorte de margarine, la consistance (dure ou molle) et le type d'huile.	Beurre ou margarine, ex: 1 carré (ordinaire(5 mL) ou grand (10 mL)) Autres: c. à thé ou c. à soupe (rases ou combles)
JUS DE FRUITS ET DE LÉGUMES	Sorte: indiquez le nom du jus, et la marque si possible; indiquez s'il s'agit d'un jus frais, en conserve, congelé, en cristaux ou en bouteille: • sucré ou sans addition de sucre • enrichi de vitamine C ou non.	Selon la grandeur du verre. Ex: jus de raisin, 1 petit verre (125 mL), boisson à saveur d'orange Tang, 1 verre moyen (175 mL) (dilution normale)
SOUPES	Sorte, ex: soupe aux pois (maison ou achetée) Si soupe en conserve ou en sachet, indiquez la marque et si vous avez ajouté du lait % M.G.	Petite portion: 175 mL (6 onces) Moyenne portion: 250 mL (8 onces) Grosse portion: 300 mL (10 onces)
DESSERTS	Aussi complète que possible ex: • pouding au chocolat avec lait % M.G. • gâteau blanc glacé ou sans glaçage • crème glacée au chocolat avec ou sans cornet • Danoise avec confiture de fraises • biscuit «sandwich» au chocolat	Selon le dessert • en tasses si pouding ou autre dessert semblable • gâteau: indiquez la forme et la dimension • tarte: petite (1/8 tarte), moyenne (1/6 tarte), grosse (1/4 tarte) • en unités, ex: 1 mille-feuilles, 1 biscuit
METS COMPOSÉS ET PLATS SPÉCIAUX	Aussi complet que possible ex • fèves au lard • spaghetti à la viande, aux tomates, au fromage • mets chinois: les nommer Indiquez si maison, en conserve, congelés, commerciaux	Décrivez la portion le plus exactement possible ex: • macaroni aux tomates, 2 tasses • pizza médium, 1/2 • ragoût de boeuf: (boeuf: 6 cubes moyens, carottes: 60 mL (1/4 tasse), sauce brune: 30 mL (2 c. à soupe)
DIVERS	Ne pas oublier: • la sauce accompagnant la viande, la volaille (sauce barbecue, sauce blanche, sauce soja, sauce brune) • les condiments: cornichons sucrés ou salés, olives, relish, sauce chili, ketchup, mayonnaise • les vinaigrettes, l'huile (sorte et quantité) • confiture, marmelade, gelée, sirop, mélasse, sucre, ajoutés aux aliments ou mangés seuls • les bonbons, noix, chocolats, chips, bretzels • les boissons: Café, thé, vin, bière (indiquez la sorte), • les suppléments vitaminiques (sorte et quantité) • les formules nutritives commerciales (sorte, quantité) • médicaments (indiquez pour chacun le nom et la quantité)	Mentionnez les quantités. Exemples: • ketchup: 15 mL (1 c. à soupe) • confiture de fraises: 10 mL (2 c. à thé rases) • tablette de chocolat: 1 (48 g) • chips: 1 sac (32 g) • 7 Up, Coke, Diet Pepsi, 1 bouteille (284 mL), orangeade: 175 mL (6 onces) • café: 175 mL (6 onces) + 5 mL (1 c. à thé rase) de sucre et 30 mL (1 once) de lait • vin rouge sec: 1 petit verre (125 mL ou 4 onces) • suppléments vitaminiques: indiquez la dose s'il y a lieu (ex: 1 comprimé de vitamine C de 100 mg 1 Centrum Select) • médicaments: 1 Glucophage 500 mg

Annexe D

Journal alimentaire et questionnaire d'activités

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

JOURNAL ALIMENTAIRE

Date 2000

ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ
<u>DÉJEUNER</u> (LIEU: _____)		<u>DINER</u> (LIEU: _____)		<u>SOUPER</u> (LIEU: _____)	
<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>	

ajustement des besoins énergétiques selon l'activité

jour 1

activité	durée (heure)	facteur TMB pondéré
repos	_____	_____
très légère	_____	_____
légère	_____	_____
modérée	_____	_____
lourde	_____	_____
total	24	

JOURNAL ALIMENTAIRE

2000

ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ
<u>DÉJEUNER</u> (LIEU: _____)		<u>DINER</u> (LIEU: _____)		<u>SOUPER</u> (LIEU: _____)	
<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>	

ajustement des besoins énergétiques selon l'activité

jour 2

activité	durée (heure)	facteur TMB pondéré
repos	_____	_____
très légère	_____	_____
légère	_____	_____
modérée	_____	_____
lourde	_____	_____
total	24	

DÉPARTEMENT DE NUTRITION

FACULTÉ DE MÉDECINE

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

JOURNAL ALIMENTAIRE

Date 2000

ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ	ALIMENTS	QUANTITÉ
<u>DÉJEUNER</u> (LIEU: _____)		<u>DINER</u> (LIEU: _____)		<u>SOUPER</u> (LIEU: _____)	
<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>		<u>COLLATION</u>	

ajustement des besoins énergétiques selon l'activité

jour 3

activité	durée (heure)	facteur TMB pondéré
repos	___	___
très légère	___	___
légère	___	___
modérée	___	___
lourde	___	___
total	24	

